

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Polohovací zařízení pro měření intenzity hluku

Trackpoint for Sound Intensity Measurement

Student:

Bc. Daniel Gajdoš

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Tůma, Csc.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Daniel Gajdoš

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

3902T004 Automatické řízení a inženýrská informatika

Téma:

Polohovací zařízení pro měření intenzity hluku
Trackpoint for Sound Intensity Measurement

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se způsobem měření intenzity zvuku, s podmínkami, za kterých toto měření probíhá a jak se polohuje intenzitní sonda.
2. Popište kinematické řešení polohovacího robotu, typy výkonových prvků pro polohovací robot a uveďte přehled jejich technických provedení.
3. Navrhnete možné varianty technického řešení a vyberte nejvhodnější variantu, pro kterou zpracujete projekt s ohledem na náklady na realizaci.
4. Na funkčním vzorku vybrané části zařízení demonstřujete způsob řízení polohování.
5. Zhodnotíte dosažené výsledky a navrhnete další postup řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] HLAVA, J. *Prostředky automatického řízení II*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 160 s. ISBN 80-01-02221-8.
- [2] MARTINÁSKOVÁ, M. ŠMEJKAL, L. *PLC a automatizace 1, základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN, 2002. 224 s. ISBN 80-86056-58-9.
- [3] SCHMIDT, D. a kol. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Praha: Europa-Sobotáles, 2005. 420 s. ISBN 80-86706-10-9.
- [4] ŠMEJKAL, L. *PLC a automatizace 2, sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*. Praha: BEN, 2005. 208 s. ISBN 80-73000-87-3.
- [5] Sound Intensity, příručka firmy BK, English BR 0476-14.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010

prof. RNDr. Lubomír Smutný, Dr.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Daniel Gajdoš

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Kunín 172, 742 53

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

GAJDOŠ, D. Polohovací zařízení pro měření intenzity hluku: diplomová práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra automatizační techniky a řízení, 2010, 84 s. Vedoucí práce: Tůma, J.

Diplomová práce se zabývá vhodným polohovacím zařízením pro měření intenzity hluku v měřicí komoře. V úvodu práce jsou popsány fyzikální vlastnosti zvuku a podmínky, za kterých měření zvuku probíhá. Následně jsou navrženy možné způsoby polohování v prostoru, u nich je vyhodnocena varianta, která bude pro polohování měřicího mikrofону nejvhodnější. Na základě zvolené varianty polohování je popsána celková koncepce a komponenty nutné k realizaci zařízení, včetně finančních nákladů na kompletní zařízení. Dále je popsán model polohovacího zařízení, včetně rozboru řízení krokových motorů a sestavy řídicího průmyslového automatu. Na sestrojeném modelu je provedeno měření opakovatelnosti dosažení žádané polohy bez zpětné vazby.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

GAJDOŠ, D. Trackpoint for Sound Intensity Measurement: Master Thesis. Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2010, 84 p. Thesis head: Tůma, J.

This thesis deals with suitable positioning device for measuring the intensity of sound in the anechoic room.. The introduction describes the physical properties of sound and the conditions under which the sound intensity measurement is performed. Subsequently possible ways of positioning in space are proposed, and for each of them a solution is evaluated, which will be the most appropriate for positioning of the measuring microphone. Based on the chosen variant of positioning the overall concept and the components necessary to implement the device are describes, including the financial cost of the entire facility. Furthermore, the model of positioning device is described, including an analysis of control of stepper motors and assemblies of programmable industrial controller. For the constructed model a measurement of repeatability of achieving the desired position without feedback is performed.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	6
1 Úvod	8
2 Způsob a podmínky měření intenzity zvuku	9
2.1 Zvuk, hluk a důvody proč ho měříme.....	9
2.2 Nástroje a podmínky pro měření zvuku	11
2.3 Způsoby měření zvuku	12
3 Kinematika dvouosého polohovacího robotu, výkonové prvky a jejich technické provedení.....	18
3.1 Varianty polohování v prostoru pomocí dvouosého systému.....	18
3.1.1 Polohování kyvným a posuvným pohybem – verze první	18
3.1.2 Polohování kyvným a posuvným pohybem – verze druhá	19
3.1.3 Polohování dvěma posuvnými pohyby - verze první.....	19
3.1.4 Polohování dvěma posuvnými pohyby - verze druhá.....	20
3.2 Výkonové prvky pro polohovací systémy.....	21
3.3 Technické provedení výkonových prvků pro polohovací robot	22
3.3.1 Polohovací osy.....	22
3.3.2 Elektromotory.....	23
3.3.3 Řídicí výkonové prvky	24
4 Výběr vhodné varianty pro polohování v rovině a její ekonomický rozbor.....	25
4.1 Optimální varianta zvolená pro polohování.....	25
4.2 Ekonomický rozbor varianty se dvěma lineárními pohyby	27
4.3 Návrh koncepce polohovacího zařízení, včetně výběru vhodných prvků k realizaci	28
4.3.1 Blokové schéma dvouosého polohovacího robota	28
4.3.2 Skutečný návrh a realizace pomocí konkrétních prvků	29
4.4 Skutečné finanční náklady zvoleného návrhu zařízení.....	32
5 Sestrojení funkčního modelu polohovacího zařízení.....	36
5.1 Mechanická konstrukce demonstračního modelu	36
5.1.1 Výběr vhodné mechanické sestavy pro polohování os	36
5.1.2 Sestavení a praktická realizace modelu dvouosého systému	38
5.2 Návrh systému nezávislého polohování os pomocí krokových motorů.....	41
5.3 Na sestaveném modelu ovládejte polohování os pomocí PLC včetně podpůrných funkcí.....	46
5.3.1 Použité PLC, hierarchie systému	46
5.3.2 Řídicí software PLC	48
5.3.3 Měření přesnosti dosažení zadané pozice systému	54
6 Zhodnocení dosažených výsledků, návrh následného postupu řešení.....	59
7 Použitá literatura	61
Přílohy.....	63
Příloha A. Obrazová příloha.....	64

Seznam použitých zkratk a symbolů

A – elektrická veličina proudu – ampéry

AND – logický klopný obvod reprezentující funkci logického součinu

C – elektrická součástka – kondenzátor

Cnt – vstupní svorka logického obvodu sloužící k počítání impulsů

CAN – typ průmyslové sběrnice.

CLOCK – z anglického překladu – hodiny, neboli taktovací impulsy

CPIT – centrum pokročilých a inovačních technologií při Vysoké škole báňské – Technické univerzity Ostrava

CW/CCW – z anglického překladu – po směru hodinových ručiček / proti směru hodinových ručiček

D – elektrická součástka – dioda

Dir – vstupní svorka logického obvodu sloužící k odečítání

dB – decibel, jednotka udávající podíl dvou hodnot v kombinaci s logaritmickou funkcí a násobkem konstanty

DIP – miniaturní elektromechanický spínač

DIRECTION – z anglického překladu – směr, neboli směr otáčení

En – z anglického překladu - zapnuto

ENABLE – z anglického překladu - zapnuto

Ethernet – jeden z typu počítačové sítě

FU – elektromechanický jistící prvek, nebo tavná pojistka

HALF/FULL – z anglického překladu – půl / plný

HOME – výchozí, nebo referenční pozice

I – logický vstup řídicího průmyslového automatu

L – elektrická součástka – cívka

LASER ON – laser zapnut

LED – polovodičová součástka využívající k emisi světla polovodičový přechod

LOGO! – typ řídicího průmyslového automatu

MOSFET – polovodičová součástka, polem řízený tranzistor

NC – nezapojený vývod

OR – logický klopný obvod reprezentující funkci logického součtu

Pa – pascal, jednotka tlaku

PC – osobní počítač

PLC – programovatelný logický automat, řídicí prvek používaný v automatizační technice

POS – pozicování pojezdu

Q – logický výstup řídicího průmyslového automatu

R – elektrická součástka – rezistor

RS – logický klopný obvod reprezentující funkci samodržného relé

RS 232 – sériové rozhraní pro přenos informací mezi dvěma zařízeními

SOUND – zvuková signalizace

SW – elektromechanický spínač

T – elektrická součástka – tranzistor

Trg – spouštěcí impuls

Ucc – označení kladného pólu napájecího napětí

Uee – označení záporného pólu napájecího napětí

USB – univerzální sériová sběrnice, typ připojení a komunikace s počítačem

V – elektrická veličina napětí – volty

1 Úvod

Předmětem této diplomové práce je popis a návrh vhodného polohovacího zařízení pro měření hluku pomocí intenzitní sondy. V první části práce jsem se seznámil se způsoby měření intenzity zvuku a podmínkami, za kterých tato měření probíhají, včetně měřicích nástrojů a metod používaných při těchto měřeních. Následně jsem se zabýval možnými způsoby mapování rovinné plochy v prostoru pomocí dvouosého polohovacího systému. Dále jsem popsal také výkonové a řídicí prvky, které jsou určeny pro polohovací systémy založené na principu polohování pomocí lineárních os.

Z popisovaných metod polohování v prostoru je následně zvolena nejvhodnější, u které je navrženo finální technické řešení polohovacího systému realizovaného pomocí konkrétních komponent dostupných na trhu s automatizačními prostředky. U tohoto řešení je také provedena finanční analýza nákladů na realizaci zařízení, včetně doplňků potřebných pro komplexní realizaci zařízení. V této kapitole jsou také porovnávány předkládané cenové nabídky od oslovených dodavatelů zařízení, z nichž je následně vybrána nejvýhodnější.

V práci je popsán také model polohovacího zařízení, včetně výběru vhodné mechanické sestavy a její kompletace pro demonstraci dvouosého polohovacího zařízení, které by sloužilo k polohování měřicího mikrofону. Je zde popsán model, který názorně demonstruje základní funkce polohování pomocí dvou os v prostoru. Dále je popsáno polohování v obou osách pomocí krokových motorů a na sestaveném modelu je demonstrován nezávislý pohyb obou os. Jako řídicí systém modelu je zvoleno průmyslové PLC, které ovládá krokové motory, jenž polohují dvouosý model. Práce se také zabývá měřením opakovatelnosti dosažení žádané polohy bez zpětné vazby.

V závěru práce jsou zhodnoceny dosažené výsledky a navržen další postup řešení.

2 Způsob a podmínky měření intenzity zvuku

V této kapitole se budeme zabývat fyzikálními vlastnostmi, způsoby a podmínkami měření intenzity zvuku.

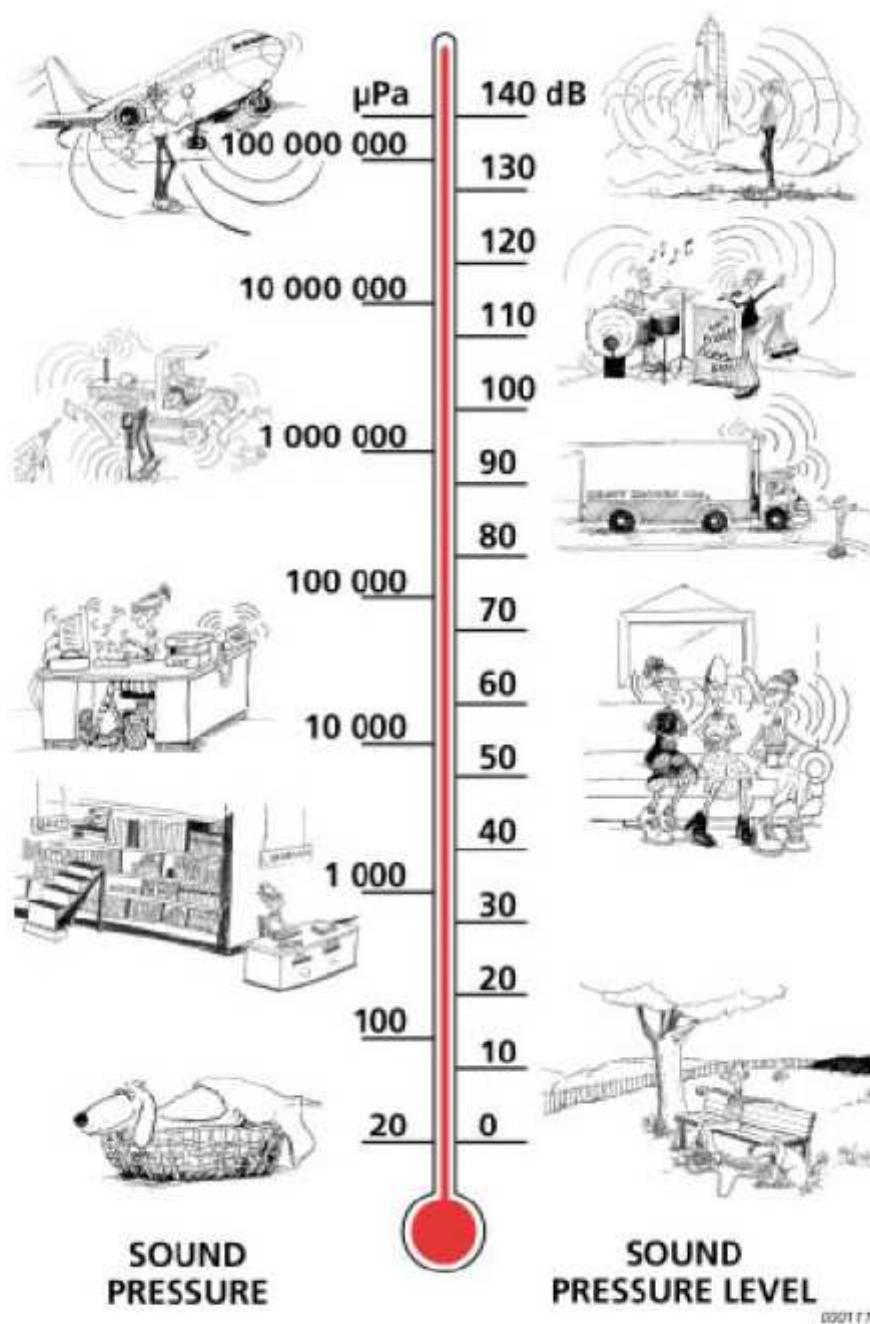
2.1 Zvuk, hluk a důvody proč ho měříme

Zvuky nás obklopují po celý náš život. V průběhu dne jsme vystavováni neustálému působení tohoto fyzikálního jevu, aniž bychom si tuto skutečnost uvědomovali. Některé zvuky pro nás mohou být příjemné, například poslech hudby, zpěv ptáků, lidský hlas apod. a naopak některé zvuky jsou pro nás nepříjemné a mohou u nás vyvolat změny chování, nebo nálady negativním směrem. Těmito zvuky mohou být hlasité zvuky – rušná ulice, start letadla, hluché pracovní prostředí, hlasitá hudební reprodukce, neustále se opakující monotónní zvuky apod.

Zvuk je z fyzikálního hlediska mechanické vlnění (podélné, příčné), které svými postupnými změnami vyvolává v lidském uchu sluchový vjem. Frekvenční pásmo, které je schopno zachytit ucho zdravého jedince je od 20 do 20 000 Hertzů. Zvuky pod 20 Hertzů nazýváme infrazvuk a zvuky nad 20 000 Hertzů nazýváme ultrazvuk. Zvuky mohou být rozděleny na tóny, ty mají pravidelné periodické kmitání, nebo na hluky, které mají nepravidelné kmitání. Rychlost zvuku ve vzduchu při pokojové teplotě je 344 metrů za sekundu. V různých médiích, nebo materiálech může být rychlost zvuku různá.

Měření zvuku, nám poskytuje nejen vylepšovat vlastnosti reproduktorových soustav, ale také nám dává možnost lepší analýzy hluků a vlivy těchto zvuků na člověka. Důkladná analýza hluků napomáhá k redukci těchto negativních jevů v továrnách, ulicích, nebo blízko letišť a pomáhá tak zlepšovat kvalitu našich životů. Obor zabývající se mírou poškození sluchu se nazývá audiometrie. Pomocí měření můžeme jasně definovat podmínky při nichž může dojít k poškození sluchu.

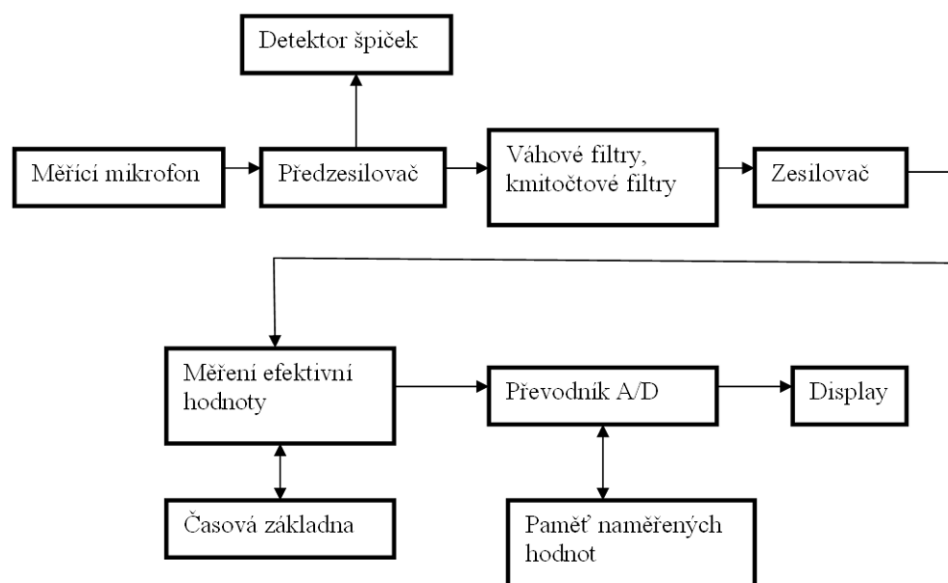
Intenzita zvuku je popisována stupnicí definující rozsah od minimální změny kolísání tlaku vzduchu, kterou je schopno lidské ucho zachytit, až po práh bolesti lidského sluchového orgánu. Vzhledem k širokému rozsahu vjemu lidského ucha je stupnice intenzity zvuku udávána v dB, aby se zamezilo početním úkonům s velkými čísly. Z důvodu lepší přehlednosti je logaritmická stupnice vhodnější, než stupnice udávající hodnoty v Pa. Další výhodou této stupnice je vlastnost jednotky dB, že se jedná o relativní jednotku a tudíž změna kdekoliv na stupnici odpovídá stejné změně také pro lidské ucho. Na obrázku číslo 1 je srovnání stupnice v dB se stupnicí v Pa.

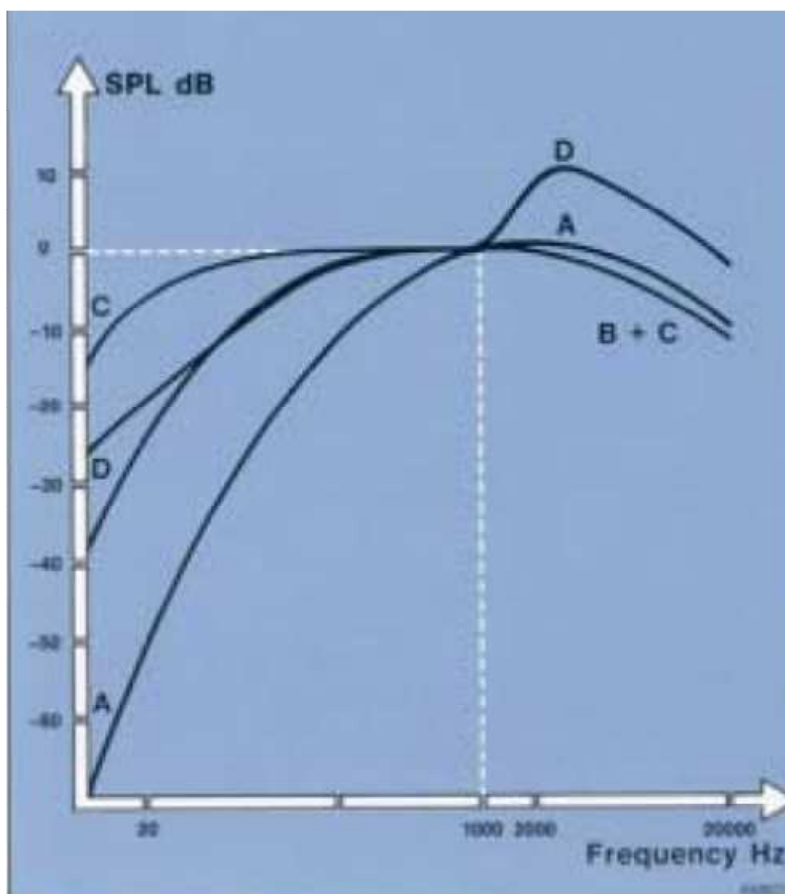


Obrázek 1. Stupnice intenzity zvuku [BRÜEL & KJÆR, 2009B]

2.2 Nástroje a podmínky pro měření zvuku

Pro měření zvuku často používáme hlukoměr. Hlukoměr je v podstatě nástroj navržený tak, aby reagoval na tóny co možná nejbližší lidskému sluchu a dával objektivní výsledky schopné reprodukovat měření zvukových úrovní. Hlukoměry se obvykle skládají z velice podobných struktur obsahující mikrofon, který přemění zvukový signál na vhodný elektrický signál. V dnešní době jsou nejčastějšími měřicími mikrofony kondenzátorové typy u nichž využíváme jejich výborných vlastností. Elektrický signál z mikrofonu má velice malou úroveň a tudíž je nutné jej zesílit na požadovanou velikost vhodnou k dalšímu zpracování. Toto zesílení se často realizuje pomocí vstupního předzesilovače. Následně může signál projít skrze vhodný filtr, který může simulovat závislost intenzity zvuku při různých kmitočtech, stejně jako lidské ucho, nebo závislost jinak vhodně zvolenou. Blokové schéma vnitřní struktury hlukoměru, je na obrázku číslo 2. Vlivem různých závislostí filtrů, byly mezinárodně vytvořeny tři základní filtry a to s označením A, B a C. Dalším filtrem je filtr typu D určený pro letecká hluková měření. Průběhy jednotlivých filtrů jsou na obrázku číslo 3. Následným zpracováním signálu přes vhodný filtr je signál dále zesílen a v tomto bodě již dochází k jeho vlastní analýze a měření hodnot. Mohou být měřeny efektivní, špičkové, průměrové, minimální úrovně signálu, které mohou být zobrazovány na ukazateli přístroje (analogové, dnes nejčastěji digitální zobrazovače). Další možností zobrazení je přes vhodné komunikační rozhraní přímo do uživatelského PC, kde mohou být data zpracovávána do grafů, či jiných průběhů s možností úprav v uživatelském prostředí dodávaného výrobcem zařízení. Přímým výstupem z tohoto software mohou být také měřicí protokoly. Pokud to zařízení dovoluje může obsahovat také přímý výstup signálu v normalizovaném rozsahu.



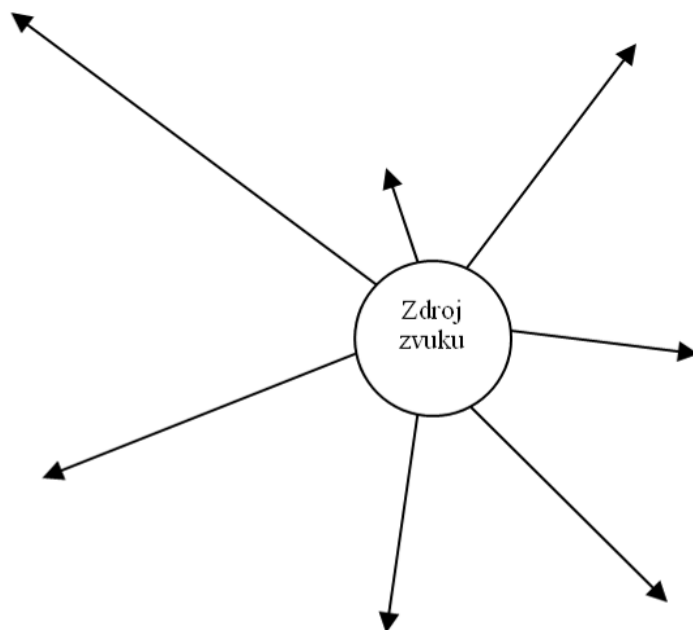


Obrázek 3. Charakteristické průběhy normalizovaných filtrů [BRÜEL & KJÆR, 2009B]

2.3 Způsoby měření zvuku

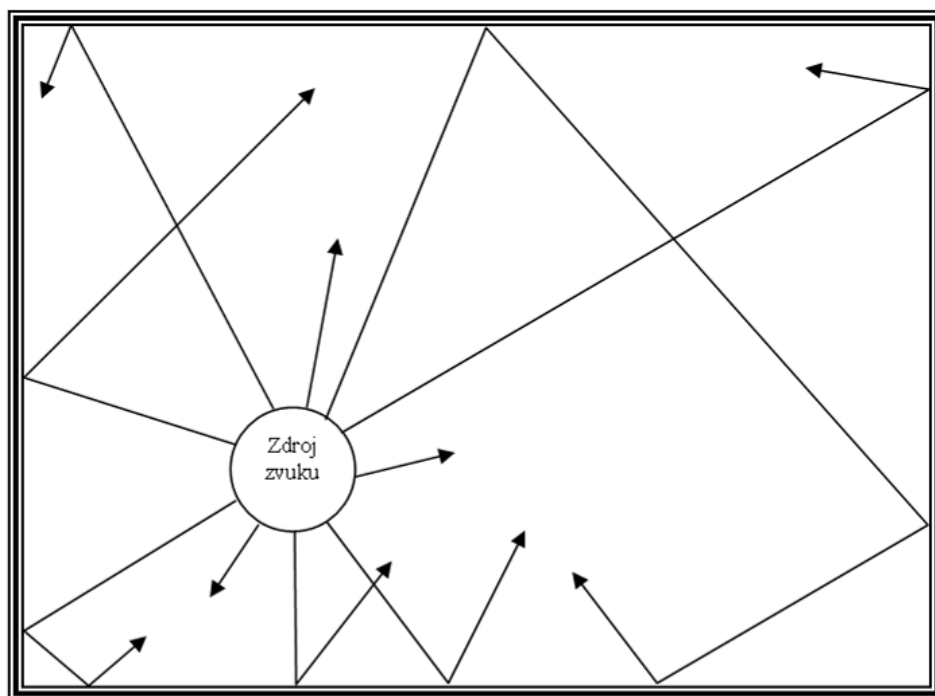
Podmínky pro měření zvuku (hluku), jsou popisovány pro dva druhy měření a to pro měření ve volném poli a pro měření v uzavřeném poli.

Pro měření zvuku ve volném poli se zvuk šíří jako v ideálním prostředí a v tomto prostředí neexistují žádné odrazy. Toto měření nám poskytuje volné prostředí v přírodě vysoko nad zemí, nebo prostředí v bezdovukové komoře. Volné pole se vyznačuje poklesem 6 dB intenzity zvuku při dvojnásobné vzdálenosti od zdroje zvuku. Na obrázku číslo 4 je znázorněno šíření zvuku ve volném poli. Bližší popis měření ve volném poli popisuje norma ISO 3745.



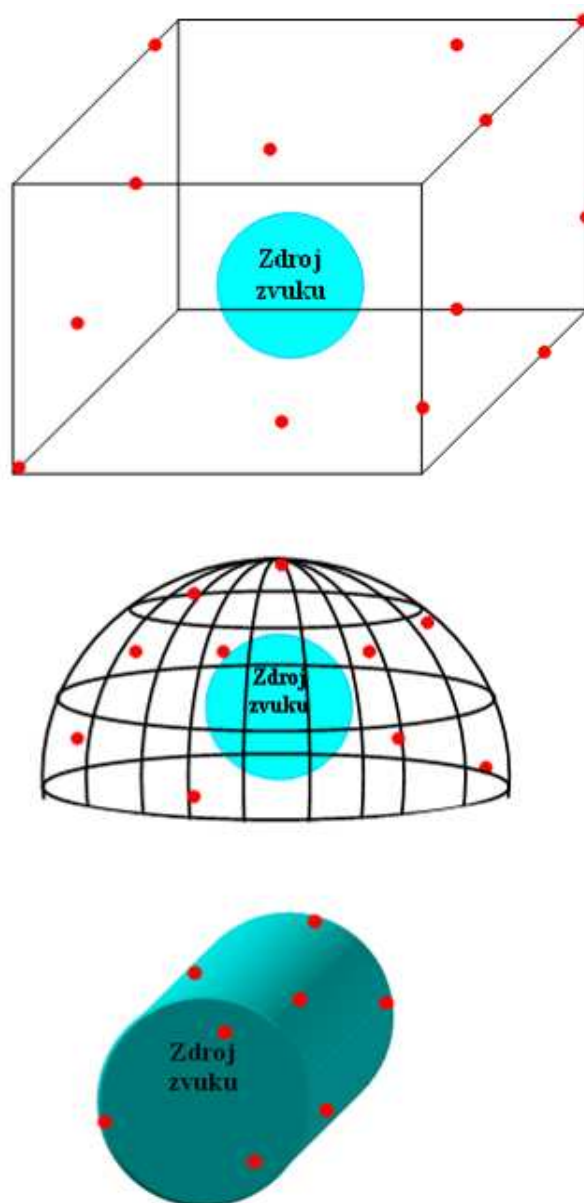
Obrázek 4. Princip šíření zvuku ve volném - otevřeném poli

Naproti tomu v rozptýleném poli se zvuk odráží od stěn, kde směr šíření odrazených vln je náhodný. Na obrázku číslo 5 je znázorněno šíření zvuku v rozptýleném poli. Bližší popis měření v rozptýleném poli popisuje norma ISO 3741.



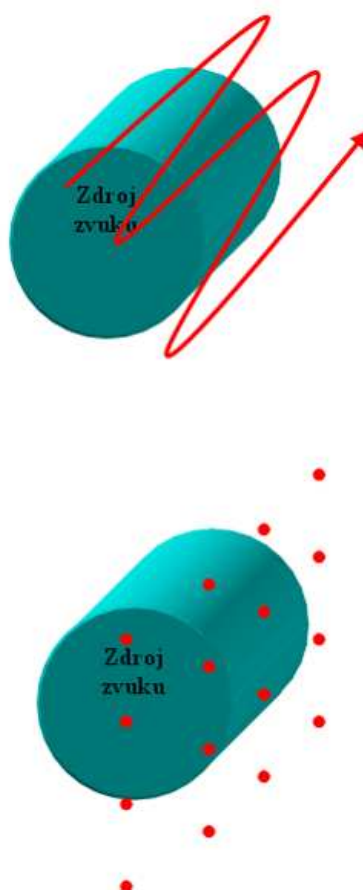
Obrázek 5. Princip šíření zvuku v rozptýleném poli

Metoda měření zvuku pomocí intenzity, je lepší než měření akustického tlaku. Měření mohou být vytvořena ve vhodné poloze na definované ploše v blízkosti strojů, nebo zdrojů hluku. Tato metoda měření je velice jednoduchá. Akustický výkon pro definici velikosti zdrojů hluku, lze měřit na kubické, cylindrické, nebo přímé ploše. Nákresey pro měření výše zmíněných metod jsou na obrázku číslo 6.

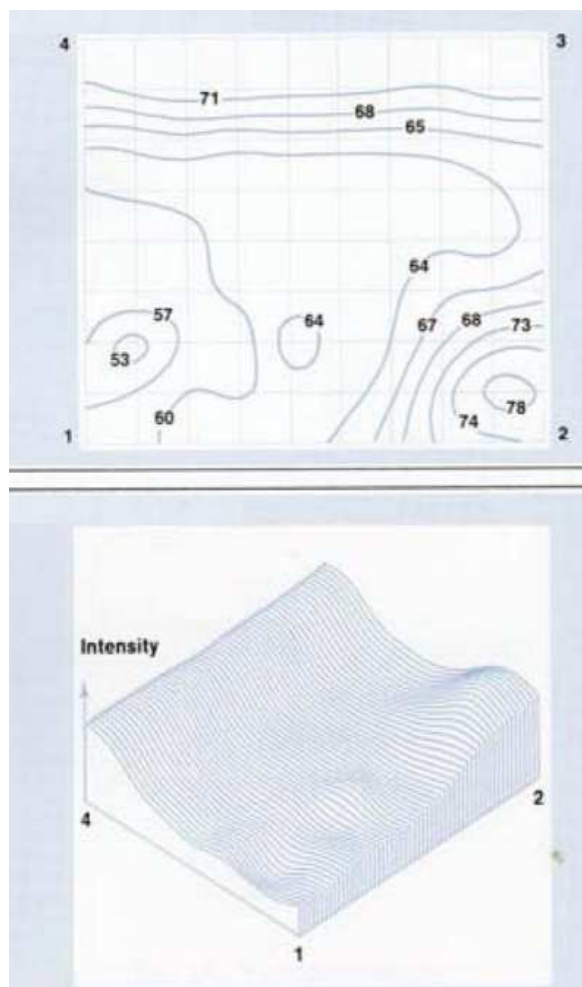


Obrázek 6. Měření hluku na kubické, cylindrické, a přímé ploše

Měření na kubické ploše může probíhat kontinuálním způsobem, nebo měřením na ploše pomocí předem definovaných bodů. Na obrázku číslo 7 je znázorněno měření pomocí spojitého a bodového mapování zdroje hluku. Na základě intenzit zvuku se následně vytvoří mapa, která indikuje intenzity hluku v analyzovaném poli. Náhled na výsledek analyzovaného pole intenzit hluku je znázorněno na obrázku číslo 8 v plošném a tříprostorovém znázornění. Veškerá měření se provádí směrovým mikrofonom, který je minimálně ovlivňován okolním hlukem, jenž by zaváděl do výsledků měření negativní signály ovlivňující výsledky měření. Často tato měření probíhají v bezdozvukové komoře, aby vliv okolního hluku byl zanedbatelný a prostor se choval jako otevřený a tím by nevznikal vliv odražených vln v měřicím prostoru.



Obrázek 7. Spojité a bodové měření zdroje hluku



Obrázek 8. Výsledek analyzovaného pole intenzit hluku ve 2D a 3D grafu [BRÜEL & KJÆR, 2009B]

Vlastní měření charakteristik probíhá pomocí kvalitních směrových mikrofونů. Ve spojení kvalitního mikrofону a výborně zpracovaných komponent pro nezkreslený přenos signálu, až po jeho zpracování nám může poskytnout skutečně kvalitní výsledky, nutné k dalšímu zpracování. Jedním ze světových výrobců takových měřicích nástrojů je dánská firma Brüel & Kjær. Aparaturu pro měření hluku od firmy Brüel & Kjær je používána také v bezdozvukové komoře s odraznou podlahou na VŠB –TU Ostrava. Na obrázku číslo 9 je náhled na měřicí mikrofون od firmy Brüel & Kjær. Jedná se o měřicí mikrofون s velice úzkou směrovou charakteristikou. Na obrázku číslo 10 je měřicí robot od firmy Brüel & Kjær, který měří definovanou oblast kontinuálně. Daná oblast snímání je dána maximálním dosahem polohovacích os [BRÜEL & KJÆR, 2009A], [BRÜEL & KJÆR, 2009B].



Obrázek 9. Náhled na měřicí mikrofón od firmy Brüel & Kjær



Obrázek 10. Měřicí robot od firmy Brüel & Kjær [BRÜEL & KJÆR, 2009A]

3 Kinematika dvouosého polohovacího robotu, výkonové prvky a jejich technické provedení

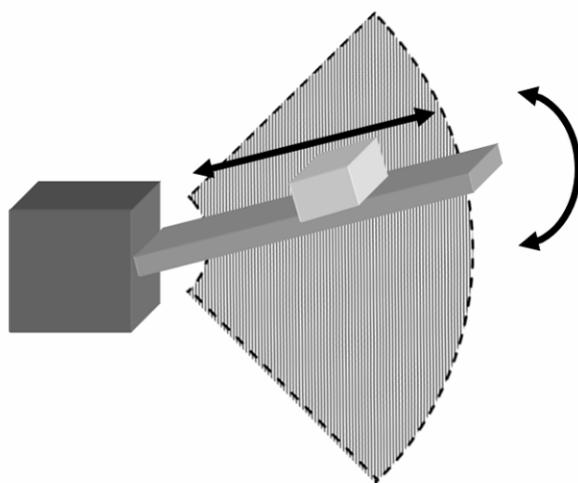
Tato kapitola obsahuje popis možných koncepcí kinematických systémů pro polohování bodu v prostoru pomocí dvou na sobě nezávislých pohyblivých os. A následně popisuje výkonové prvky, s jejichž pomocí je možné tento pohyb vykonávat.

3.1 Varianty polohování v prostoru pomocí dvouosého systému

V níže uvedených podkapitolách budou zobrazeny a popsány možné varianty řešení pohybu bodu v prostoru pomocí dvou na sobě nezávislých pohyblivých os.

3.1.1 Polohování kyvným a posuvným pohybem – verze první

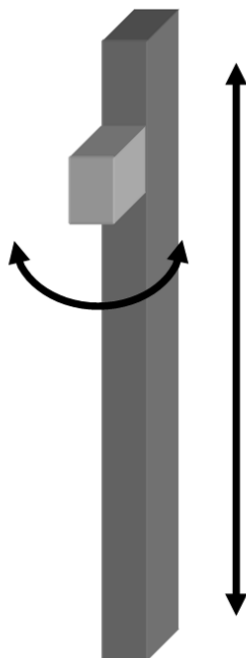
Jako první varianta polohování pomocí dvouosého systému je možnost použití mechanismu s jedním kyvným pohybem a druhým pohybem posuvným. U této varianty, je základním – nosným pohybem pohyb kyvný. Podružným pohybem je pohyb posuvný, viz obrázek číslo 11, šrafovaná oblast znázorňuje oblast pokrytí snímání plochy v prostoru. Pomocí různých pootočení tohoto mechanismu $\pm 90^\circ$, je možné docílit snímání pouze v oblasti omezené volnými pohyby systému, tj. výseč mezikružů. Další nevýhodou tohoto řešení je také velké zatížení kyvného pohonu, pokud má rameno s posuvem velkou délku, nebo je příliš těžké.



Obrázek 11. Náčrt polohování s jedním kyvným a posuvným pohybem, verze první

3.1.2 Polohování kyvným a posuvným pohybem – verze druhá

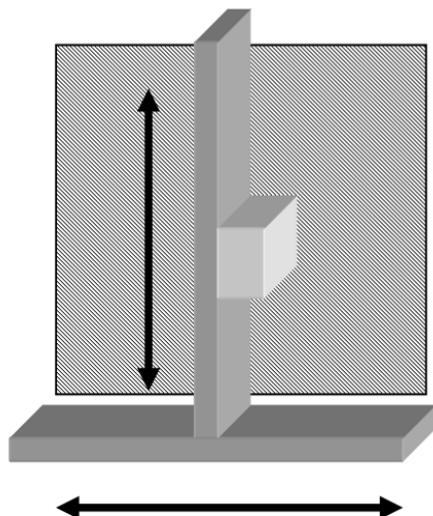
Jako druhá varianta polohování pomocí dvouosého systému je možnost použití mechanismu s jedním kyvným pohybem a druhým pohybem posuvným, jako v předchozím případě, ale v obráceném pořadí. U této varianty, je základním – nosným pohybem pohyb posuvný. Podružným pohybem je pohyb kyvný, viz obrázek číslo 12. Při pohledu z horní strany, je snímaná oblast výseč mezikruží, tudíž stejná, jako v předchozím případě. U této verze není tak velké zatížení posuvného pohonu, neboť odpadá značné zatížení pohonu při velké délce ramene.



Obrázek 12. Náskres polohování s jedním kyvným a posuvným pohybem, verze druhá

3.1.3 Polohování dvěma posuvnými pohyby - verze první

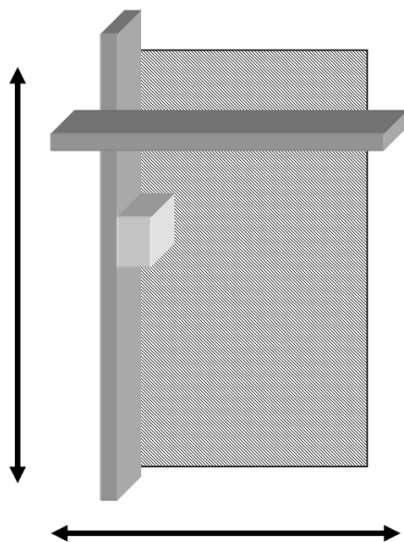
Jako třetí varianta polohování pomocí dvouosého systému je možnost použití mechanismu se dvěma posuvnými pohyby. U této varianty nese jedna posuvná osa druhou a zároveň slouží jako nosná základna. V podstatě tento systém připomíná svým vzhledem obrácené písmeno T. Je také možná varianta, kdy nosná osa může být umístěna po stranách, nebo umístěna v horní části polohovacího systému – což jsou v podstatě různé verze pootočení základní verze v prostoru. U této varianty, je základním a podružným pohybem pohyb posuvný, viz obrázek číslo 13, šrafovaná oblast znázorňuje oblast pokrytí snímané plochy v prostoru.



Obrázek 13. Náčrtes polohování se dvěma posuvnými pohyby, verze první

3.1.4 Polohování dvěma posuvnými pohyby - verze druhá

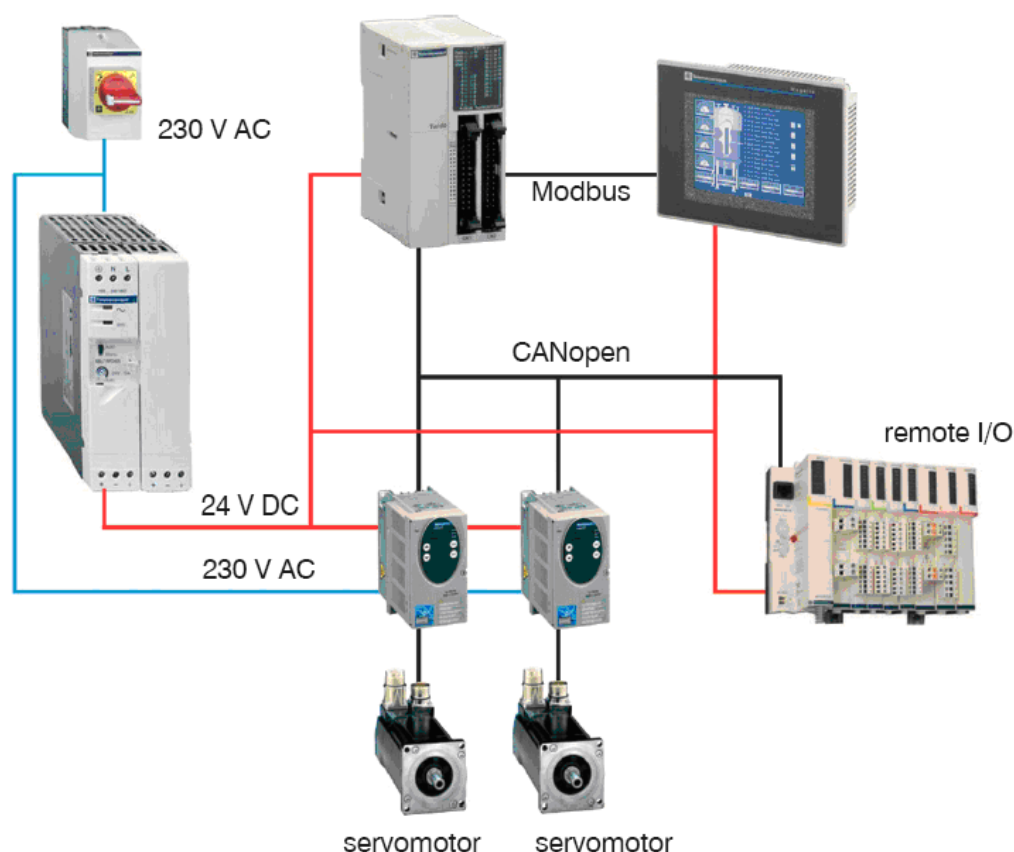
Jako čtvrtá varianta polohování pomocí dvouosého systému je možnost použití mechanismu se dvěma posuvnými pohyby. U této varianty nese jedna posuvná osa druhou a zároveň slouží jako nosná základna. V podstatě se jedná o verzi uvedenou v předchozím případě a je to nejčastěji používaný koncept dvouosého polohování v prostoru. Na obrázku číslo 14 je náčrtes polohování se dvěma posuvnými pohyby, verze druhá.



Obrázek 14. Náčrtes polohování se dvěma posuvnými pohyby, verze druhá

3.2 Výkonové prvky pro polohovací systémy

Výkonovými prvky zajišťující chod lineárního pohonu je vlastní polohovací osa, která zajišťuje nejčastěji převod z pohybu rotačního, na pohyb lineární. Dalším prvkem je hnací pohon, kterým bývá elektromotor. Elektromotor bývá poháněn elektrickou energií, která je vhodným způsobem upravena na signály dovolující precizní řízení pohonu. Tato úprava se provádí v řídicím servozesilovači, jehož parametry a tím také výsledné chování sestavy jako celku můžeme měnit. Podrobnější popis komponent nutných pro funkci lineárních pohonů, bude popsán v následující kapitole. Na obrázku číslo 15 je standardní schéma zapojení řízení lineárních pohonů pomocí komponent nutných pro správnou funkci.



Obrázek 15. Standardní schéma zapojení řízení lineárních pohonů [Tomis, 2006]

3.3 Technické provedení výkonových prvků pro polohovací robot

V následující kapitole se budeme zabývat výkonovými prvky určenými pro polohovací systémy.

3.3.1 Polohovací osy

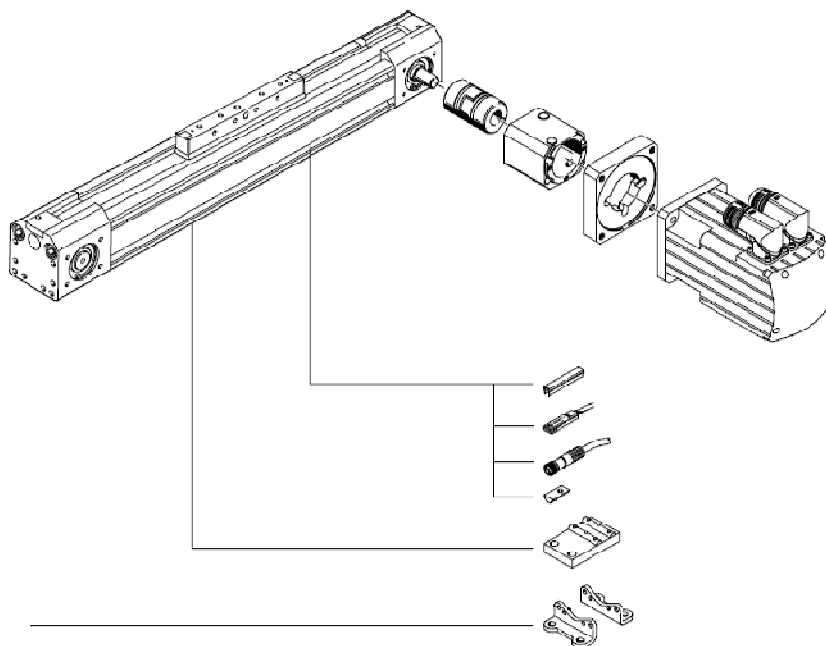
Polohovací osy mohou být koncipovány jako mechanický systém poháněný tlakovým vzduchem, nebo pohybové systémy poháněné elektromotorem. Příklad pneumatického polohování systému v této aplikaci není vhodným koncepčním řešením a proto se touto verzí polohování nebudeme dále zabývat.

V případě použití osy poháněné elektromotorem, se dnes nejčastěji používá koncepce převodu rotačního pohybu na pohyb lineární pomocí kuličkového šroubu. Kuličkový šroub se skládá z vlastního šroubu, který je poháněn elektromotorem, jenž generuje rotační pohyb. Na vlastním šroubu je umístěna uzavřená trubka v jejíž drážce rotují vsazené kuličky. Tyto převádějí rotační pohyb na pohyb přímočarý. Náhled na řez kuličkovým šroubem je patrný z obrázku číslo 16. Přesnost pohybu je dána precizností usazení šroubu, stoupáním závitu. Životnost šroubu je dána kvalitou použitých materiálů a technologií zpracování.



Obrázek 16. Řez kuličkovým šroubem [Thuring, 2008]

Jedna z dalších možností převodu rotačního pohybu na pohyb přímočarý je použití řemene. V této variantě pohání rotor motoru hnaný řemen. Tento řemen, může být hladký, nebo ozubený a na části tohoto řemene je vhodným způsobem upevněn unašeč, který koná vlastní přímočarý pohyb. Na obrázku číslo 17 je sestava polohovací osy s dalšími funkčními prvky od firmy Festo.



Obrázek 17. Mechanická sestava polohovací osy od firmy Festo [Festo, 2008]

3.3.2 Elektromotory

Pohonem generujícím rotační pohyb bývá elektromotor. Z mnoha typů stejnosměrných a střídavých motorů jsou nejčastěji používanými motory pro aplikace s lineárními pohyby krokové motory a servomotory, avšak jsou také aplikace využívající stejnosměrné motory.

Krokový motor jako všechny elektromotory využívají magnetismu a elektromagnetické indukce. Přivedením napětí na cívku statoru, vytvoří procházející proud magnetické pole, které přitáhne opačný pól rotoru. Postupným přiváděním napětí na cívky motoru ve vhodné kombinaci, je možné rotor motoru uvést do rotačního pohybu. Přesnost polohování a výkon motoru je možné nastavit vhodným počtem cívek statoru, pólů rotoru a vlastní velikostí jednotlivých součástí, z nichž je motor zkonstruován.

Servomotory jsou v podstatě střídavé synchronní motory s permanentními magnety upevněnými na rotoru a třífázovým vinutím ve statoru. S použitím moderních technologií je možné uvedené motory několikanásobně přetížit, což je výhodou u dynamických aplikací. Dnes je možné zakoupit servomotor integrovaný v jednom celku s převodovkou, čímž je systém více přesný co se týče polohování, netrpí mechanickými rázy a má menší rozměry, než klasická oddělená koncepce.

3.3.3 Řídicí výkonové prvky

Důležitým prvkem v celkovém řídicím řetězci, na jehož konci dosáhneme lineárního pohybu je použití vhodného výkonového řídicího zařízení, které bude schopno vysílat do pohonu elektrické signály takové úrovně, abychom dosáhli požadované vzdálenosti v prostoru. Nejčastěji používaným prvkem k řízení elektromotoru je servozesilovač. Servozesilovač slouží nejen k vlastnímu řízení elektromotoru, ale je do něj také zavedena zpětná vazba o poloze servomotoru. A zda odpovídá žádané pozici. Poloha natočení hřídele motoru je měřena pomocí enkodéru, nebo selsynu. Další z možností, kterou servozesilovač nabízí je komunikační rozhraní zajišťující komunikaci a programování zesilovače s PC. Pomocí tohoto nástroje je možno konfigurovat parametry servozesilovače, nastavovat průběhy vnitřního regulátoru, zjišťovat stav systému, chybová hlášení apod. Mezi komunikaci s PC, pomocí USB, RS232, RS485, Ethernet a jiné, může servozesilovač také poskytovat připojení k průmyslovým sběrnici typu ProfiBus-DP, ProfiNet, FieldBus, CANopen, Industrial Ethernet pro komunikaci s řídicím PLC. Servozesilovač bývá také vybaven analogovými a digitálními vstupy umožňujícími komunikaci s PLC. Na obrázku číslo 18 jsou patrné možnosti připojení k řídicímu servozesilovači.



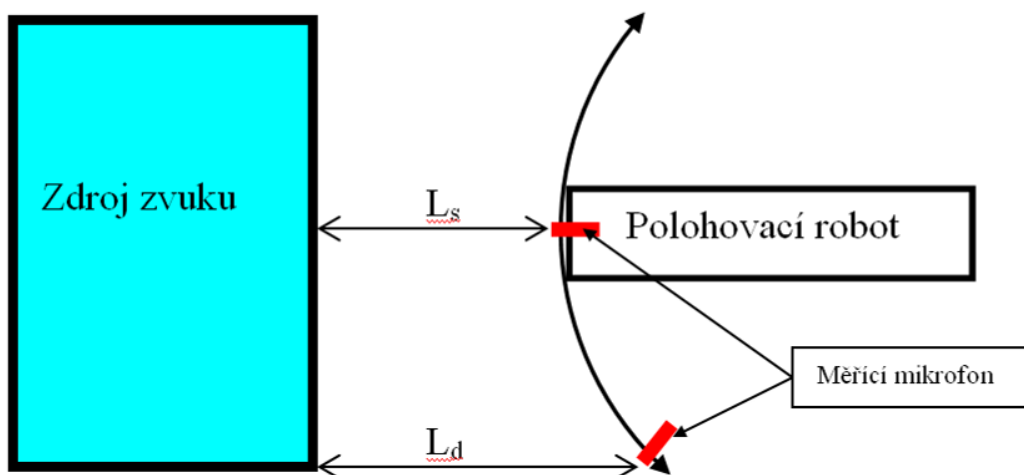
Obrázek 18. Možnosti připojení prvků k servozesilovači [TG drives, 2006]

4 Výběr vhodné varianty pro polohování v rovině a její ekonomický rozbor

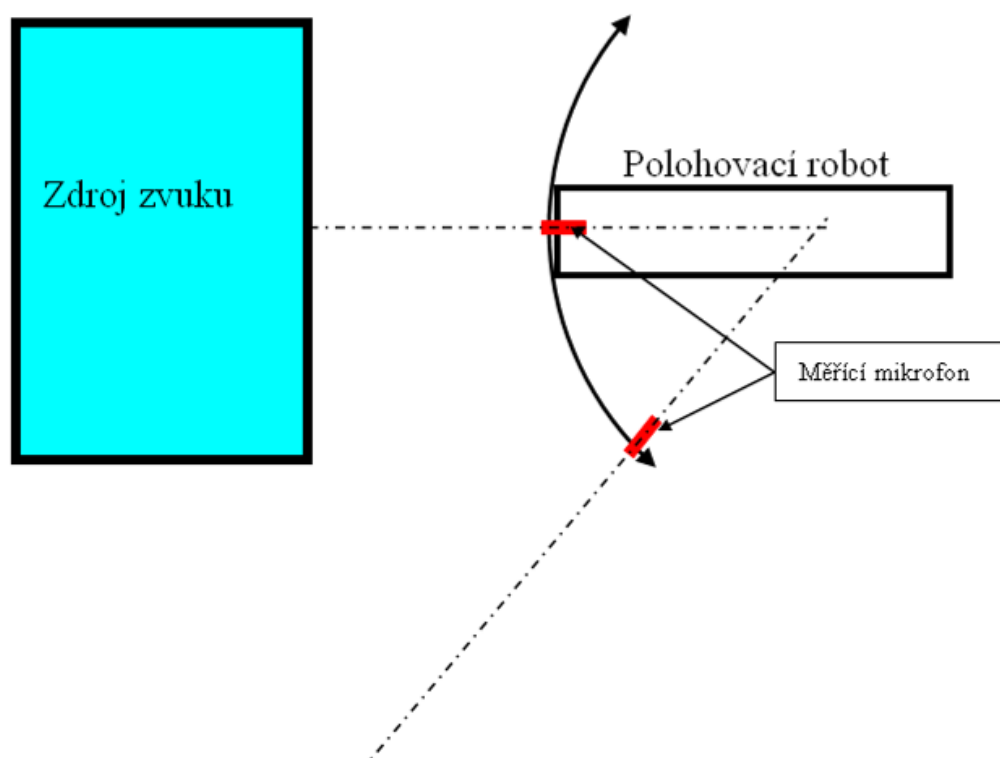
V této kapitole bude popsána nejvhodnější varianta pro polohování v rovině a následně bude popsán její ekonomický rozbor na základě cenových nabídek výrobců elektrických lineárních pohonů včetně jejich příslušenství nutných k sestavení funkčního dvouosého systému.

4.1 Optimální varianta zvolená pro polohování

Jako optimální varianta pro polohování měřicího mikrofону byla vybrána verze se dvěma posuvnými pohyby, neboli verze druhá, uvedená v kapitole s názvem Kinematika dvouosého polohovacího robota, výkonové prvky. Jiné varianty polohování v rovině jsou nevhodné z důvodu nedostatečné součástkové základny ze strany výrobců pohonných jednotek. Navíc varianty s kyvným pohybem vykazují nesymetrické polohování a vzhledem k udržení stejné vzdálenosti od zdroje hluku je zvolené polohování nevhodné. U této varianty by naměřené zvukové intenzity neodpovídaly měření na stejné vzdálené ploše od zdroje zvuku a tudíž by bylo nutné počítat s odklonem od této skutečné roviny. Následně by měřicí algoritmus musel obsahovat také vhodnou kompenzaci této různé vzdálenosti od zdroje zvuku. Princip posunu intenzit zvukového pole a jeho měření je znázorněn na obrázku číslo 19, na kterém je znázorněna skutečně změřená vzdálenost L_s od zdroje hluku a prostorově posunutá vzdálenost L_d způsobená kyvným pohybem polohovacího robota. Dalším neopomenutelným faktorem při kyvném polohování je nutnost kompenzovat také nestejně směřování mikrofónu v krajních polohách, vzhledem ke středu snímaného pole. Na obrázku číslo 20 je znázorněna osa snímacího mikrofónu v různých polohách ramene robota s kyvným pohybem. Co se týče kinematické náročnosti a opotřebení pohyblivých součástí a konstrukcí nutných pro stabilní ustavení polohovacího zařízení v prostoru, vychází polohování pomocí dvou lineárních os jako nejvhodnější varianta pro skutečnou realizaci zařízení.



Obrázek 19. Posunutí intenzity snímaného zvuku



Obrázek 20. Náhled na změnu osy snímání měřicího mikrofonu

4.2 Ekonomický rozbor varianty se dvěma lineárními pohyby

Vzhledem ke složitosti pohonného systému jako celku bylo vhodné oslovit dodavatele lineárních polohovacích systémů, aby byly správně kombinovány pohony, elektromotory, servozesilovače a kabeláž tak, aby nedošlo k nevhodnému výběru polohovacích prvků.

S požadavkem o cenovou nabídku byly osloveny firmy SMC, FESTO, FLUIDBOHEMIA, HIWIN a HENNLICH. V přílohách této práce jsou uvedeny cenové nabídky na dvouosý polohovací systém od firmy FLUIDBOHEMIA, SMC a firmy FESTO. Firma HENNLICH vzhledem k omezenému portfoliu produktů byla vyřazena z výběru. Dodavatel HIWIN cenovou nabídku nepředložil a proto byl tento dodavatel také vyřazen z výběrového řízení. Cenové nabídky byly konzultovány s dodavateli, zda by nebylo možné získat pro VŠB TU Ostrava slevu, nebo zda nejsou vybrány zbytečně drahé komponenty pro realizaci zařízení. Cenové nabídky byly předloženy vedoucímu laboratoří panu ing. Petru Zamarskému z centra pokročilých inovačních technologií (CPIT) při Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava (VŠB-TUO).

Z předložených cenových nabídek je patrné, že největší část v nabídce zastupuje vlastní lineární pohon, dále pak servozesilovač a servomotor. Vzhledem k porovnání cen jednotlivých dodavatelů lineárních systémů, jsou ceny rozdílné a tyto rozdíly vytvářejí hlavní komponenty. V cenové nabídce od firmy FLUIDBOHEMIA, jsou uvedeny komponenty nutné ke kompletaci motoru a pohonu. U firmy SMC nejsou tyto komponenty v cenové nabídce uvedeny vůbec. V celkovém poměru ceny tvoří kabeláž, snímače a bezpečnostní prvky zanedbatelnou část.

Cena sestavy včetně všech komponent se bude pohybovat v průměru od 150 000 Kč až do 270 000 Kč. V některých případech může být i vyšší. V cenových nabídkách není zřetelné, zda lze pohyby řídit pouze signály z PLC, nebo pomocí PC. Nutnost řízení pomocí PC je důležitá, neboť použití PLC pro řízení pohonů působí jako mezičlánek navíc, který by značně zkomplikoval obvodové zapojení celé konfigurace a tím také výslednou cenu zařízení. Dalším důležitým faktorem je hlučnost pohonných jednotek, tato varianta není zohledněna a použití metody zabrzdění motoru v cílové pozici bude prodražovat zařízení o elektromechanickou brzdu. Zůstává otázkou v jaké cenové relaci se pohybuje obslužný software pro uživatele. Někteří dodavatelé poskytují tyto editovací a diagnostické softwary zdarma.

Možnou levnější variantou je použití pohonů s ozubeným řemenem, avšak na úkor přesnosti systému, což je v našem případě zanedbatelné. Vzhledem k omezené nabídce výrobců pohonů, bylo nutné porovnat všechny cenové nabídky a výběrem levnější varianty lineárního pohonu ušetřit nemalou část financí.

Z uvedených nabídek je patrné, že nejvýhodnější volbou je polohovací systém od firmy FESTO. Z tohoto důvodu se jeví tento systém jako nejvhodnější volba pro polohovací zařízení.

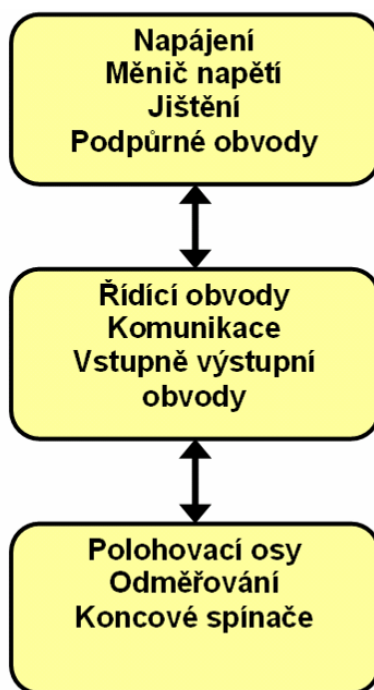
Dalším neopomenutelným prvkem pro konstrukci celého systému bude nosná konstrukce, která bude tvořit nosnou kostru celého zařízení. Na tuto část bude nutno poptat dalšího dodavatele mechanického zařízení. Možná úspora by se dala získat nákupem profilů a následnou kompletací zařízení by bylo možné provést svépomocí.

4.3 Návrh koncepce polohovacího zařízení, včetně výběru vhodných prvků k realizaci

Tato kapitola obsahuje komplexní popis návrhu polohovacího zařízení po hardwarové stránce.

4.3.1 Blokové schéma dvouosého polohovacího robota

Na obrázku číslo 21, je blokové schéma návrhu zařízení pro polohování měřicího mikrofonu ve dvou osách.



Obrázek 21. Blokové schéma návrhu zařízení pro polohování měřicího mikrofonu

V blokovém schématu z obrázku číslo 21 obsahuje první blok. Napájení – představuje vlastní napájecí napětí z distribuční sítě 230V. Měnič napětí – skládá se z transformátoru, usměrňovače, filtrace a odrušení měniče od síťového

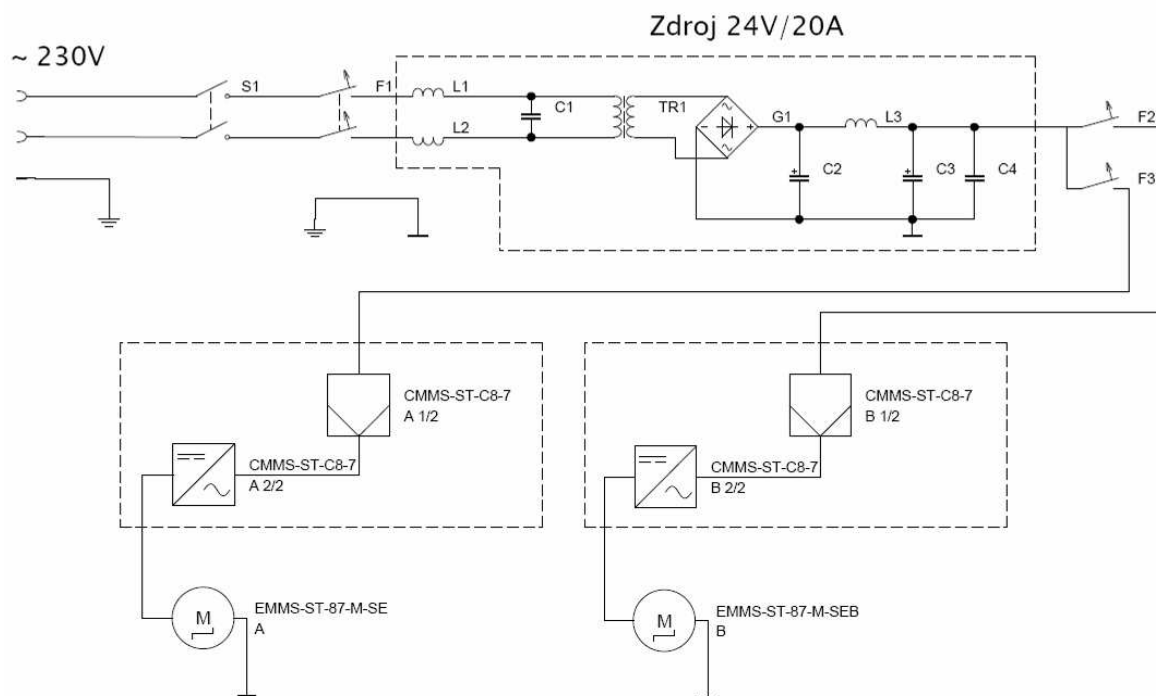
napětí. Je koncipován jako měnič z 230V střídavých na 24 V stejnosměrných. Na trhu je možné tento měnič zakoupit jako kompaktní blok. Jištění – obsahuje vhodné jistící prvky. Jedná se o vybavovací komponenty, jako jsou jističe – vhodným umístěním v elektrickém obvodu přerušují přívod napájecího napětí, nebo pojistkou – tyto mají stejnou funkci jako jističe, ale po jejich přerušení je nutné je vyměnit. Podpůrné obvody mohou představovat různé filtry, kompenzace, bezpečnostní prvky, relé, stykače, spínače apod.

V druhém bloku jsou zastoupeny řídicí obvody pro řízení os, popřípadě řídicí PLC, který obstarává ovládací instrukce pro řízení pohybů os. Tyto řídicí obvody zajišťují také diagnostické funkce z ovládaných os, jakými jsou odměřování polohy, zatížení, přetížení, alarmy, spouštěcí a ukončovací instrukce, regulace krouticího momentu, otáček, polohy, synchronizace poloh, elektronickou převodovku, uložení pohybů a poloh v paměti, nastavení poloh a jiné doplňující funkce. Komunikace zajišťuje nejen vlastní komunikaci mezi ovladačem motorů pro polohování os a vlastními osami, ale také komunikaci s nadřízeným systémem, kterým může být nejen řídicí PLC, ale také řídicí počítač. Vstupně výstupní obvody mohou obsahovat nejen bitové, nebo analogové řídicí, nebo informační instrukce, ale mohou také obsahovat optické, akustické, nebo vhodné rozhraní pro obsluhu, jakým může být panel pro ovládání instrukcí a zadávání poloh.

Třetí blok obsahuje polohovací osy poháněné krokovými motory. Odměřování polohy je možné snímat z počtu otáček a polohy motoru, nebo přímo na řízené ose. Koncové spínače mohou být realizovány pomocí mechanických spínačů, nebo s indukčními snímači.

4.3.2 Skutečný návrh a realizace pomocí konkrétních prvků

Realizace polohovacího zařízení lze v podstatě provést dle elektrického zapojení uvedeného na obrázku číslo 22. Připojení napájení, jeho spínání a jištění lze realizovat přívodním kabelem, dvoupólovým spínačem a jističem s hodnotou vybavovacího proudu 10 ampér a jmenovitým napětím 230 voltů. Vstupní člen z cívek a kondenzátoru, transformátoru, usměrňovače a výstupní filtrace, lze zahrnout do jednoho kompaktního bloku, který představuje jakýkoliv zdroj 24 voltů běžně dostupný na trhu. Dnes jsou tyto zdroje realizovány převážně jako pulzní a mají integrovanou elektronickou stabilizaci výstupního napětí, spolu s elektronickou a tepelnou pojistkou. Na výstupu zdroje je výstupní napětí jištěno vhodným jistícím prvkem. Jištění je provedeno tak, aby každá osa byla nezávisle jištěna a při výpadku jedné z nich bylo snadné lokalizovat, na které ose se nachází závada způsobující výpadek jistícího prvku. Řídicí elektronika s regulátory, výkonovou elektronikou pro krokové motory, komunikační a vstupně výstupní rozhraní je možné realizovat pomocí ovladače motorů CMMS – ST – C8 – 7 od firmy Festo. Na obrázku číslo 23 je zobrazena jednotka CMMS – ST – C8 – 7 s popisem rozhraní.

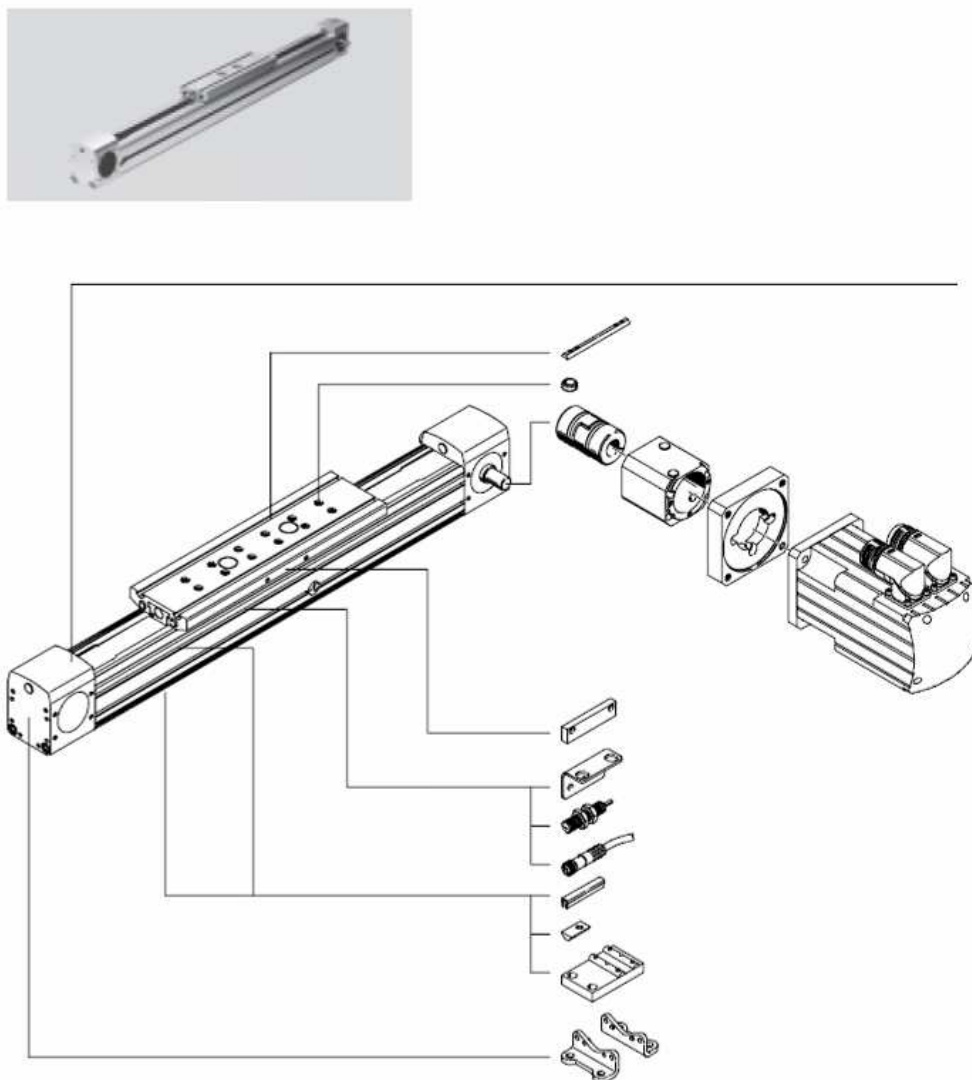


Obrázek 22. Elektrické zapojení dvouosého polohovacího zařízení



Obrázek 23. Jednotka CMMS – ST – C8 – 7 od firmy Festo [Festo, 2008]


Polohovací osy jsou použity typy s ozubeným řemenem DGE-ZR-RF, s vedením v kladkách od firmy Festo. Pro vertikální pohyb byla vybrána osa s označením DGE-25-900-ZR-RF-LK-RH-GK, kde číslo 900 udává aktivní vertikální vzdálenost pohybu. Pro horizontální pohyb byla vybrána osa s označením DGEA-25-1200-ZR-WH, kde číslo 1200 udává aktivní horizontální zdvih osy. Použité krokové motory k řízení pohybů vertikální a horizontální osy byly použity typy EMMS-ST-87-M-SE a EMMS-ST-87-M-SEB, doporučené výrobcem, firmou Festo. Sestava sestávající se z výše uvedených komponent je zobrazena na obrázku číslo 24. Jedná se o sestavu doporučenou výrobcem, která obsahuje náčrt všech komponent nutných pro montáž včetně přírub, spojovacích šroubů, čidel, konzol a jiného příslušenství.



Obrázek 24. Mechanická sestava motoru a osy včetně příslušenství dle doporučení firmy Festo [Festo, 2008]

4.4 Skutečné finanční náklady zvoleného návrhu zařízení

Dle výše uvedeného návrhu bylo nutné vypracovat cenovou náročnost navrženého systému. V návrhu jsou zmíněny nejdůležitější a podstatné prvky nutné k funkci zařízení. Návrh se nezabývá prvky nutnými k vytvoření kompletní funkční sestavy. Pro funkci zařízení je kromě hlavních komponent nutné také použít elektrický rozvaděč pro umístění prvků zajišťující napájení, jištění a regulaci systému. Tento také obsahuje spojovací kabeláž, montážní lišty, svorky. Přehled těchto doplňkových součástí byl poptán u dodavatelské firmy s elektromateriálem Milan Mikula. Na obrázku číslo 25 je cenová nabídka od tohoto dodavatele.

Milan Mikula ; Sokolovská 394/1 ; 742 21 KOPŘIVNICE				
IČO:73933805 ; DIČ: CZ7512025268				
mob.: 731889533 ; fax.: 556840655				
CENOVÁ NABÍDKA				
dne : 21.8.2009		Zákazník :		
		VŠB - Ostrava Poruba		
		17.listopadu 2172		
		Ostrava Poruba		
Poř.číslo	popis položek	počet MJ	cena MJ	celkem
1	VP72GE rozv. 650x400x210 plné	1	2987,00	2987,00
2	zdroj 24VDC/20A 3fáz.ABL8WPS24200 Telem.	1	5890,00	5890,00
3	lišta DIN perfor.1m	1	26,00	26,00
4	RSA 4A svorka	50	8,50	425,00
5	FLEXO 913109-1/1-5 bílá PVC 5m	1	89,50	89,50
6	jištič BONEGA B4/1	1	96,00	96,00
7	jištič BONEGA B10/1	2	68,00	136,00
8	výv.SEZ Pg21	5	8,70	43,50
9	Moeller M22-WRK 0-I (komplet)	1	166,60	166,60
10	Moeller M22-WRS 0-I s klíčem (komplet)	1	444,10	444,10
11	CY 1,5	25	2,90	72,50
Uvedené ceny jsou bez dph a jsou po slevě.				
Navíc jsme uplatnili 5% speciální slevu pro školy,kulturu.				
Cenová nabídka platí 1 měsíc od data vystavení.				
				10376,20

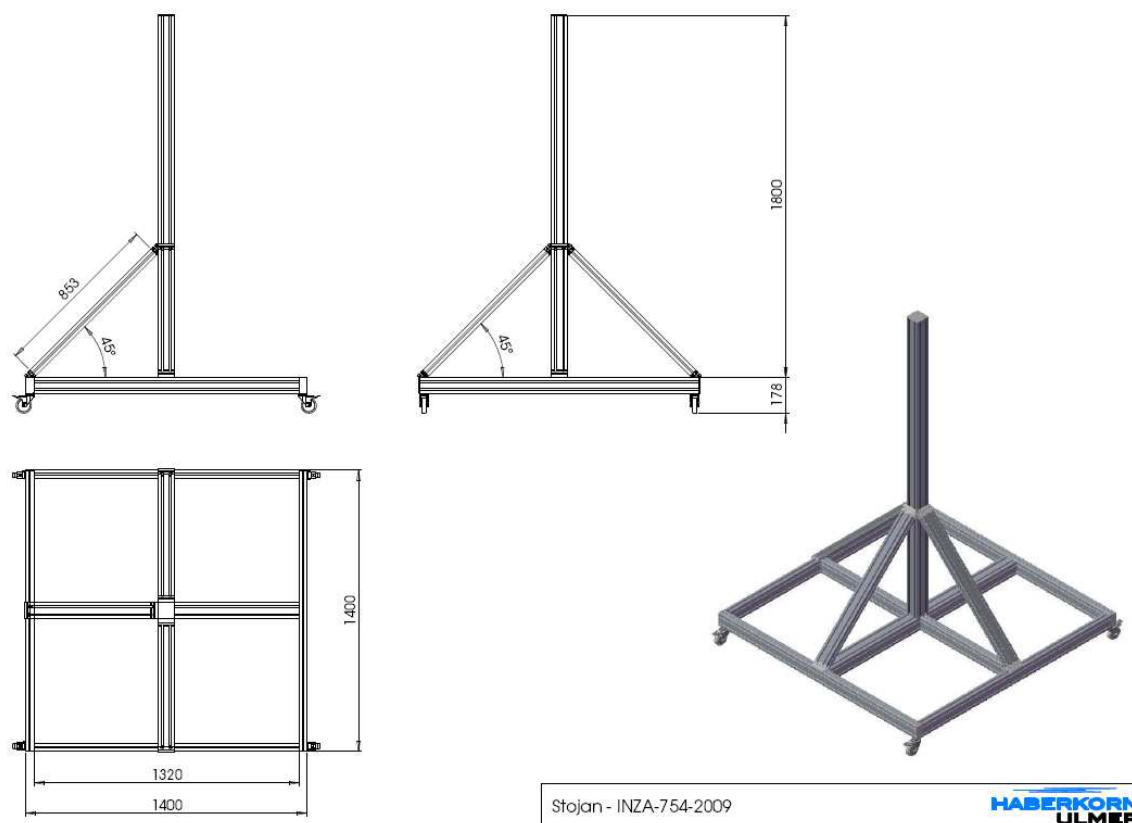
Obrázek 25. Cenová nabídka na elektroinstalační materiál

Cena nabízeného osového systému je velice ovlivněna typem použitého zařízení. S ohledem na použitou aplikaci, u které nevyžadujeme velkou přesnost, je použití pohonu s kuličkovým šroubem zbytečným luxusem. Proto bylo zvoleno levnější řešení s ozubeným řemenem. Původní cenová nabídka s komponenty od firmy Festo, byla předložena vedoucímu laboratoří panu ing. Petru Zamarskému z centra pokročilých inovačních technologií (CPIT) při Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava (VŠB-TUO). Pro upřesnění předložené koncepce prostřednictvím cenové nabídky, byla domluvena schůzka s obchodním zástupcem a potencionálním dodavatelem polohovacích os panem ing. Martinem Blahetkou a technikem z oblasti elektrických pohonů panem ing. Filipem Lefanem. Na základě tohoto setkání došlo k vyjasnění požadavků na zařízení a doporučení o doplnění měřicího inkrementálního snímače umístěného na krokových motorech. Původní cenová nabídka bez snímačů natočení hřídele motoru a tudíž informace o poloze osy činila 99 500 korun. Po úpravě požadavků, byla vystavena nová cenová nabídka firmou Festo, u níž bylo nutné přepracovat nabízené typy motorů, které by měly za důsledek zvýšení celkové ceny na 120 000 korun. Níže je uvedena aktualizovaná cenová nabídka podle požadavků vedoucího laboratoří pana ing. Petra Zamarského z centra pokročilých inovačních technologií při Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava (VŠB-TUO).

Dalším prvkem nutným k funkci zařízení jako celku je rozhraní mezi řídicími jednotkami os a ovládacím počítačem. Vzhledem k možnostem řídicích jednotek os CMMS – ST – C8 – 7, byla vybrána komunikace pomocí CAN sběrnice. Dle dotazu na techniku pana ing. Filipa Lefana z firmy Festo je vhodné zařízení možno obstarat v cenové relaci kolem 4000 korun a to bude plně dostačující pro danou aplikaci. Podobné zařízení doporučované firmou Festo je v cenové relaci od 6000 korun a výš. Dle doporučení technika pana ing. Filipa Lefana z firmy Festo je vhodnější použít CAN sběrnici, z důvodu možnosti snadnější synchronizace a řízení os jako celku. Dále je díky tomuto řízení snadnější dostupnost k vhodnému ovládacímu softwaru a řídicích instrukcích.

Jednou z možností ovládání řídicích jednotek je řízení pomocí sériové linky RS 232, kterou řídicí jednotka os CMMS – ST – C8 – 7 nabízí. Ale vzhledem k složitým instrukcím a nemožnosti synchronního řízení, byla tato možnost na doporučení technika pana ing. Filipa Lefana z firmy Festo zavržena. K ovládání krokových motorů od firmy Festo pomocí jednotek CMMS – ST – C8 – 7 slouží softwarový nástroj Software FCT – Festo Configuration Tool. Tento umožňuje práci v přímém připojení se na programovaný systém os, nebo programování bez nutnosti připojení k danému zařízení. Pomocí grafického editoru je zadávání povelových instrukcí snadnější a lze takto programovat i více osé polohovatelné systémy, řízené krokovými motory. Software umožňuje také správu a ukládání projektů. Dle informací, které mi byly poskytnuty, je software Software FCT – Festo Configuration Tool dodáván společně s hardwarem a je zakomponován v ceně sestavy. Lze jej také získat stažením v plné verzi z webových stránek firmy Festo – www.festo.cz v plné verzi, bez nutnosti registrace, nebo jiné autorizační procedury.

Nosná konstrukce systému os byla poptána u firmy Ulmer. Byla požadována konstrukce z profilovaných nosníků firmy Bosch. Na obrázku číslo 26 je návrh nosné konstrukce od dodavatele firmy Haberkorn Ulmer s.r.o. Nosný stojan je opatřen kolečky, pro snadnou přepravu a manipulaci s osovým systémem. Tyto kolečka jsou také opatřena brzdou pro fixaci celého systému na podlaze. Osový systém se pomocí vhodných mechanických prvků umístí na střední nosný profil a bude snímat zvukové pole ze strany, na které není umístěna zpevňovací výztuž. Nosný systém není vhodné konstruovat celoplošně vyplněné konstrukce, neboť by mohlo docházet k odrazu zvuku zpět ke zdroji a docházelo by tak ke zkreslenému a tudíž nepravdivému zvukovému obrazu snímaného předmětu. Z tohoto důvodu byla zvolena konstrukce z hliníkových profilů, která se navíc vyznačuje vysokou modulárností a nízkou hmotností. Cenová nabídka na tento nosný systém je uvedena níže. Nabídka obsahuje kompletní montáž stojanu, včetně nutných mechanických úprav a montážních prvků, jakými jsou šrouby a profilové matice.



Obrázek 26. Návrh nosné konstrukce osového systému

Celkové finanční náklady lze shrnout do částky, která je součtem všech cenových nabídek uvedených v této kapitole. V tabulce číslo 1 je uveden celkový přehled a suma za kompletní systém. Ceny jsou uvedeny bez DPH a jsou také u všech položek uplatněny slevy pro školství. Z níže uvedeného je možné slevit 20 000 korun tím způsobem, že by se použili krokové motory bez inkrementálních snímačů natočení.

Tabulka 1. Celkový přehled nákladů na polohovací zařízení

Elektroinstalační materiál	10 376,20 ,-
Osový systém Festo - komplet	120 000,00,-
Rozhraní USB / CAN	4 130,00,-
Nosná konstrukce - stojan	14 268,90,-
Celková cena (bez 19% DPH)	148 775,10,-

5 Sestrojení funkčního modelu polohovacího zařízení

V této kapitole se budu zabývat sestrojením vhodného modelu dvouosého polohovacího zařízení, který by demonstroval polohování pomocí dvou os v prostoru a je určen k mapování oblasti pomocí měřicího mikrofону.

5.1 Mechanická konstrukce demonstračního modelu

V této kapitole je popsáno jakým způsobem je kompletována mechanická konstrukce modelu zařízení.

5.1.1 Výběr vhodné mechanické sestavy pro polohování os

Pro polohování pomocí lineárního pohybu v prostoru je možno zvolit mezi několika variantami. Polohování pomocí pneumatických prvků má své nevýhody v tom, že je třeba mít zdroj tlakového vzduchu. Pokud není stlačený vzduch v tlakové láhvi, je nutné ho generovat pomocí kompresoru, který působí jako rušivý element. V tomto případě také hydraulický agregát má velice podobné vlastnosti a tudíž je pro demonstrační model nevhodný.

Naproti tomu mnohem jednodušší, dostupnější a elegantnější se jeví elektromechanické prvky, popřípadě jejich sestavy. Dostupnost a provedení takovýchto prvků je mnohem přijatelnější. Způsoby lineárních polohovacích systémů je vícero druhů, podle principu hnacího mechanismu. Systémy mohou být poháněné elektromotory, nebo například lineárními magnetickými motory. Jako cenově a dostupností nejpřijatelnější zdroj pohybu se jeví klasický stejnosměrný, nebo střídavý elektromotor. Vhodným kompromisem v tomto případě je spojení krokového motoru, jako generátoru rotačního pohybu a vhodného převodového mechanismu, který převádí rotační pohyb na pohyb lineární.

Jako vlastní převodový mechanismus mezi rotačním a přímočarým pohybem se nabízí na výběr kuličkový šroub, umístěný ve vhodné nosné konstrukci, nebo systém převádějící rotaci motoru na lineární pohyb přes hnací lanko, nebo ozubený řemen. Nejvhodnější z výše uvedených verzí převodu rotačního pohybu na lineární se jeví varianta s kuličkovým šroubem. Obrázek kuličkového šroubu je na obrázku číslo 27. Po instalaci tohoto kuličkového šroubu na vhodnou nosnou základnu s čelními deskami, které mají v sobě uložené ložiska pro volnou rotaci šroubu, vznikne mechanická sestava podobná mechanismu zobrazenému na obrázku číslo 28 již osazená nosným vozíkem a připojeným hnacím elektromotorem.



Obrázek 27. Kuličkový šroub [*Microcon, 2010*]



Obrázek 28. Mechanická sestava s uložením kuličkového šroubu pro volnou rotaci s osazeným krokovým motorem [*Microcon, 2010*]

Mechanický systém sestavený na základě konstrukce s kuličkovým šroubem zobrazeným na obrázku číslo 28 se jeví jako nejlepším co lze v současné době na trhu s mechanickými prvky koupit. Tuhost systému, je dostatečná, přesnost polohování se může pohybovat v úchylnostech $\pm 0,001$ mm. Tuto sestavu lze u dodavatelů objednat na zakázku v délkách několika metrů. Zatížitelnost těchto systémů je také dostatečná, rychlost posuvu a hlučnost nejsou v tomto případě omezujícím kritériem. Jedinou zásadní nevýhodou je vysoká cena těchto sestav. Oslovené firmy Hiwin, THK, VK ložiska, SKF a Microcon nedokázali nabídnout mechanickou sestavu s aktivní dráhou dlouhou 200 mm pod cenovou hladinu 12 000 bez DPH na 1 kus lineárního pojezdu.

Vzhledem k cenové náročnosti poslední zmíněné verze pohybu, bylo nutné hledat jinou alternativu převodu rotačního pohybu na lineární. Další variantou se nabízela možnost převodu pomocí lankového, nebo řemenového mechanismu. Tyto verze se vzhledem ke svému minimálnímu strojnímu zpracování, náročnosti na přesnost a kvalitu materiálu zdály být mnohem méně cenově náročné, než verze s kuličkovými šrouby. Tyto varianty také s sebou přinesly horší parametry co se týče přesnosti, polohovací rychlosti a tuhosti systému, než verze s kuličkovými šrouby. Převodový mechanismus s hnacím lankem, byl vzhledem k negativním vlastnostem zavržen, neboť se u něj může

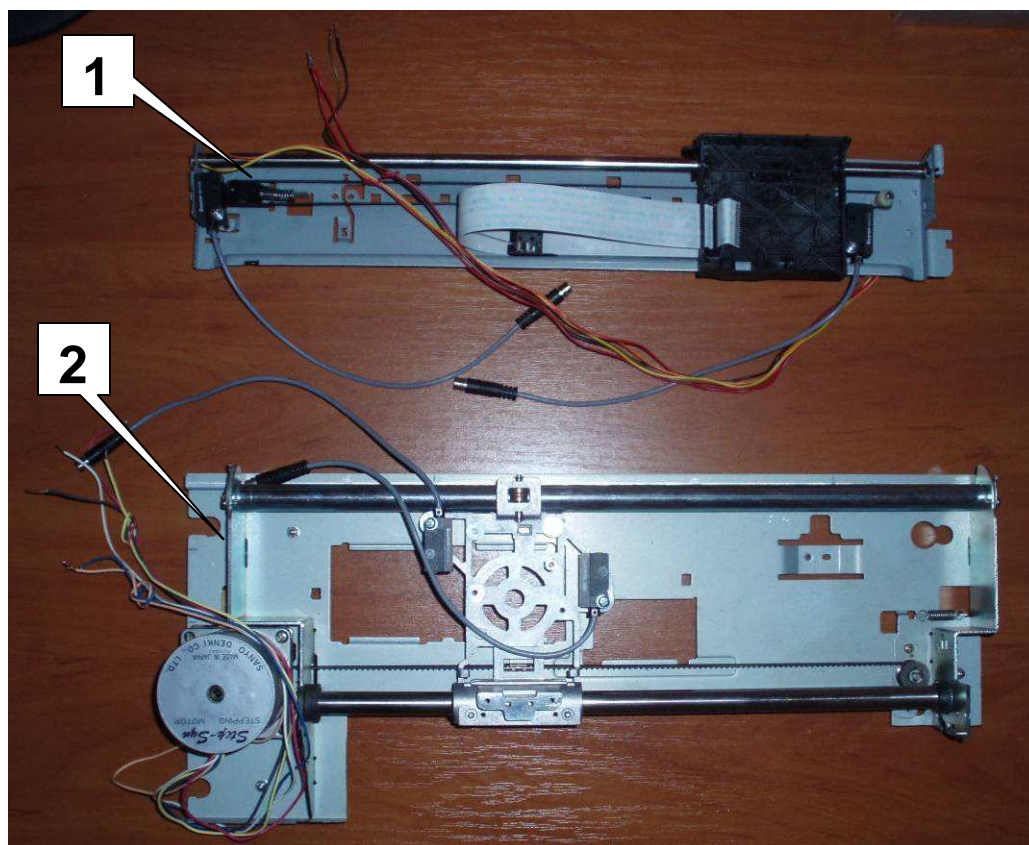
očekávat nižší životnost, menší zatížení, nebo například náhodná možnost prokluzu lanka a mechanických prvků.

Optimální variantou zvolenou pro mechanismus převodu rotačního pohybu na lineární se mi s ohledem na dostupnost, požadované parametry a cenu zdál nejlepší systém s ozubeným řemenem, který pohání vozík, na němž je uložena požadovaná zátěž, nebo mechanická sestava.

5.1.2 Sestavení a praktická realizace modelu dvouosého systému

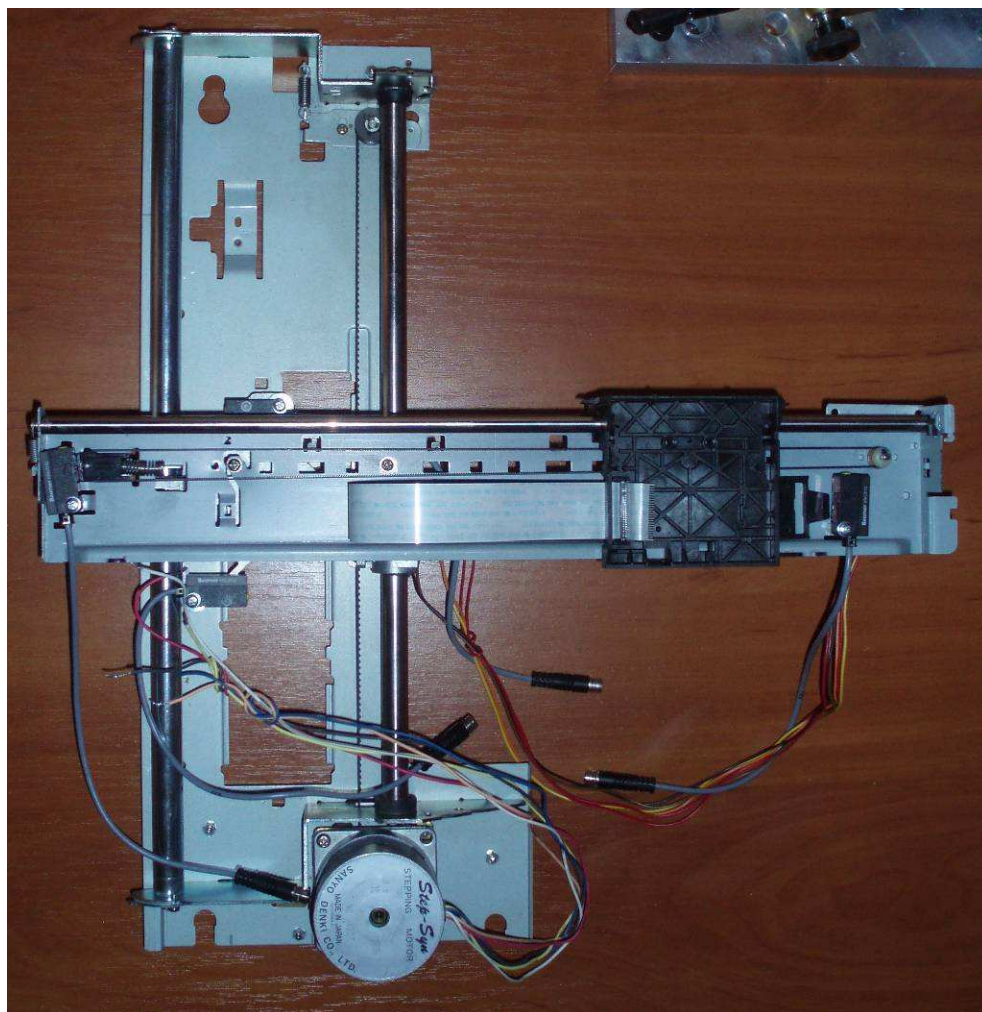
Pro sestavení lineárních pojezdů s ozubeným řemenem jsem se rozhodnul použít staré pojezdy z tiskáren, nebo skenerů. Tato varianta nabízela výbornou dostupnost mechanických prvků a téměř nulové náklady na tyto lineární pojezdy. Svou přesností tyto pojezdy splňují dostatečně podmínky, se kterými bylo v realizaci modelu polohovacího zařízení počítáno. Rychlost posuvu jsem nepovažoval za kritický parametr. Větší důraz jsem při výběru kladl na dostatečnou tuhost a vhodnou nosnost, alespoň jednoho lineárního pojezdu, neboť tento pojezd v podstatě měl unést druhý lineární pojezd. Po demontáži dvou kusů jehličkových tiskáren, dvou kusů inkoustových tiskáren, jednoho kusu multifunkčního zařízení a jednoho kusu skeneru jsem pomocí mechanických úprav získal dva vhodné pojezdy pro danou aplikaci. Z demontovaných zařízení byly nevyhovující celkem tři kusy pojezdů, neboť jeden z pojezdů byl hnán pomocí lankového mechanismu a dva systémy byly připevněny nevhodně ke krytu celého přístroje a jejich úpravy, by nakonec nesplňovaly očekávané požadavky.

Na obrázku číslo 29 je náhled na vybrané pojezdy, které jsou již po mechanických úpravách s nainstalovanými krokovými motory a optickými snímači koncových poloh. Pojezd označený číslem 1 z obrázku číslo 29 bylo nutné dodatečně osadit krokovým motorem, protože při testech s originálním stejnosměrným motorem nebylo opakovaně dosaženo uspokojivých výsledků s dostatečnou přesností polohy. Tento pojezd byl také následně osazen koncovými snímači poloh na obou stranách. Pojezd byl vzhledem ke svým mechanickým rozměrům a nízké hmotnosti použit jako horní nesená osa. Pojezd označený číslem 2 z obrázku číslo 29 byl také následně osazen koncovými snímači poloh na obou stranách a vzhledem k robustnímu mechanickému provedení, velké tuhosti a výkonu hnacího krokového motoru, byl tento zvolen jako nosný pojezd.



Obrázek 29. Vybrané pojezdy z tiskáren po mechanických úpravách osazené krokovými motory a koncovými snímači

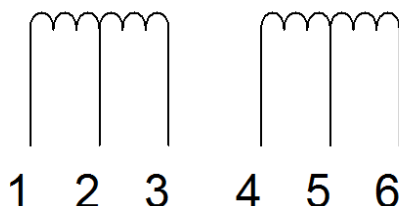
Po výběru vhodných pojezdů, jejich mechanických úpravách a osazení koncovými optickými snímači FHDK 10P1101/KS35 od firmy Baumer electric, byla provedena montáž mechanické sestavy tak, aby bylo možné oba lineární pojezdy nezávisle polohovat a vznikla tak možnost pohybu v rovině s osami X a Y. Systém byl konstruován tak, aby byla zajištěna dostatečná tuhost, minimální opotřebení a vhodná zatížitelnost sestavy s možností další modularity systému, například přidání třetí osy a zajištění polohování v ose Z. Na obrázku číslo 30 je náhled na zkompleťovanou mechanickou sestavu k jejímuž kompletnímu sestavení chybí vhodným způsobem přivést vodiče až k hornímu posuvnému vozíku. Z toho důvodu byl na horní polohovací ose ponechán plochý přívodní kabel.



Obrázek 30. Mechanická sestava polohovacího zařízení z vybraných pojezdů

5.2 Návrh systému nezávislého polohování os pomocí krokových motorů

Ovládní polohovacích os bude zajištěno krokovými motory a proto je nutné analyzovat o jaký typ krokového motoru se jedná a následně pro tento motor zvolit vhodné řízení. Podle počtu vodičů z každého krokového motoru a následným ohmickým proměřováním, jsem došel ke zjištění, že se jedná o unipolární krokové motory. Na obrázku číslo 31 je zapojení cívek jednotlivých krokových motorů.



Obrázek 31. Zapojení jednotlivých vinutí krokových motorů

Pro zajištění rotace hřídele krokového motoru zvoleným směrem, je třeba dodržovat logiku spínání jednotlivých cívek motoru, jenž je uvedena v tabulce číslo 2. Jak je z tabulky patrné, střední vodiče označené čísly 2 a 5, jsou trvale připojeny ke kladnému pólu napájecího napětí – U_{cc} . Různou kombinací připojování ostatních pólů vinutí motoru označených čísly 1, 3, 4, a 6 k zápornému pólu napájecího napětí - U_{ee} zajistíme průtok proudu vinutím, který vyvolaným magnetickým tokem vykoná pohyb rotoru motoru. Zkratka NC v tabulce číslo 2 znamená, že daný vývod není zapojen.

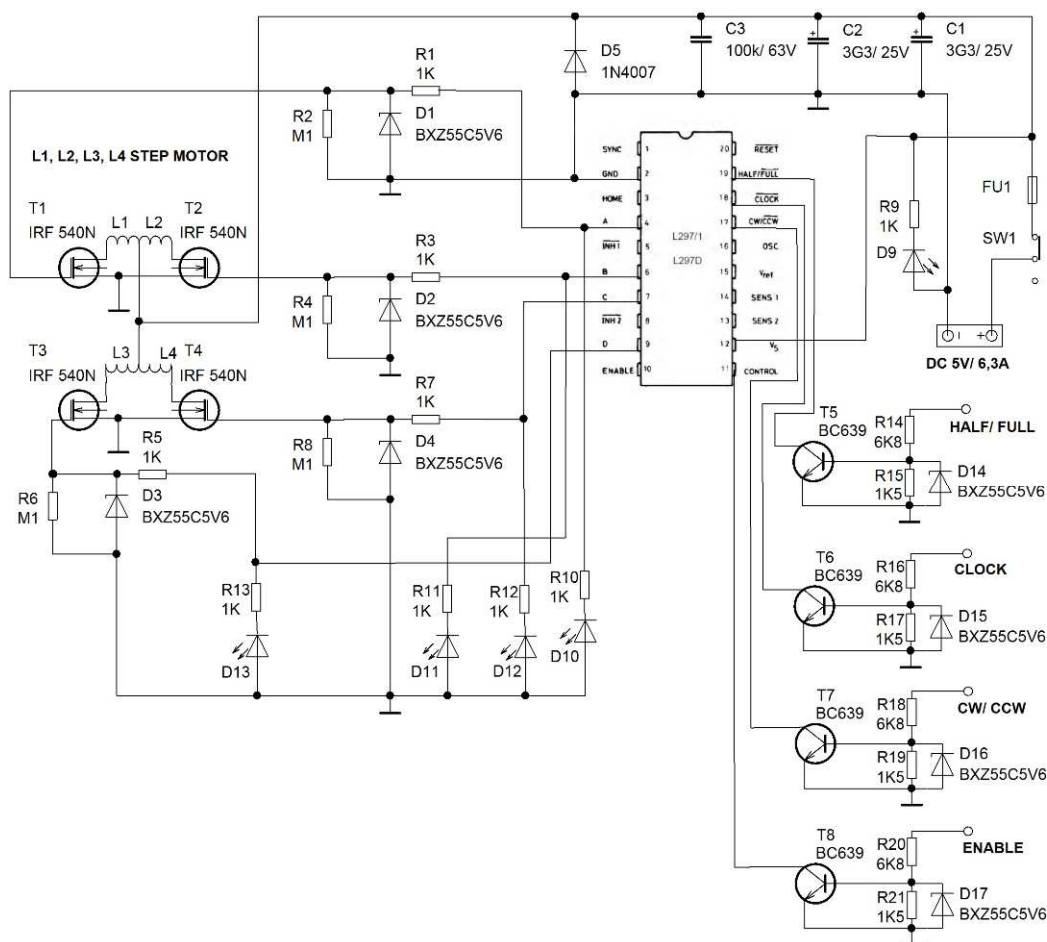
Tabulka 2. Logika spínání napětí pro jednotlivé cívky krokového motoru

		Vývod krokového elektromotoru číslo:					
Číslo kroku pro rotaci vpravo	Číslo kroku pro rotaci vlevo	1	2	3	4	5	6
1	4	U_{ee}	U_{cc}	NC	U_{ee}	U_{cc}	NC
2	3	NC	U_{cc}	U_{ee}	U_{ee}	U_{cc}	NC
3	2	NC	U_{cc}	U_{ee}	NC	U_{cc}	U_{ee}
4	1	U_{ee}	U_{cc}	NC	NC	U_{cc}	U_{ee}

Celou logiku spínání lze zajistit pomocí vhodných algoritmů. K tomuto algoritmu lze použít mnoho metod, ať spínání pomocí mikrokontroleru, integrovaných obvodů, spínacích prvků apod. Všechny metody řízení vyžadují v konečném důsledku použití výkonových spínacích prvků, proto jsem se rozhodnul pro použití integrovaného obvodu, jenž umí zpracovávat algoritmus pro řízení unipolárních krokových motorů. Dobré řešení této problematiky se naskýtal s použitím integrovaného obvodu UCN5804, který obsahuje také integrované výkonové tranzistory pro spínání cívek motoru. Jelikož bylo obtížné

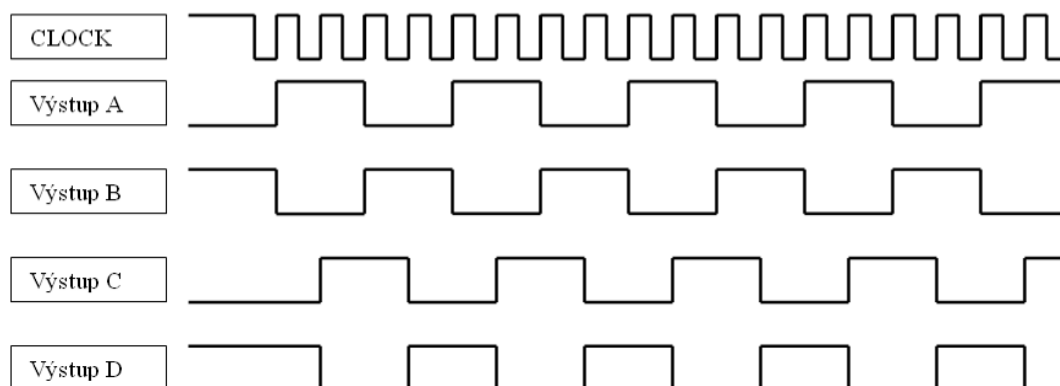
zakoupit tento integrovaný obvod na trhu s elektronickými součástkami a minimální odběrné množství činilo 25 kusů při ceně 600 Kč za 1 ks, rozhodnul jsem se použít jinou vhodnou alternativu řízení krokových motorů.

Mezi mnoha různými zapojeními jsem se rozhodl použít integrovaný obvod L297 v doporučeném zapojení, u něhož bylo modifikací zapojení posílen výstup pro spínání cívek krokového motoru. Na obrázku číslo 32 je finální elektrické schéma zapojení řídicího obvodu pro ovládání jednoho krokového motoru.



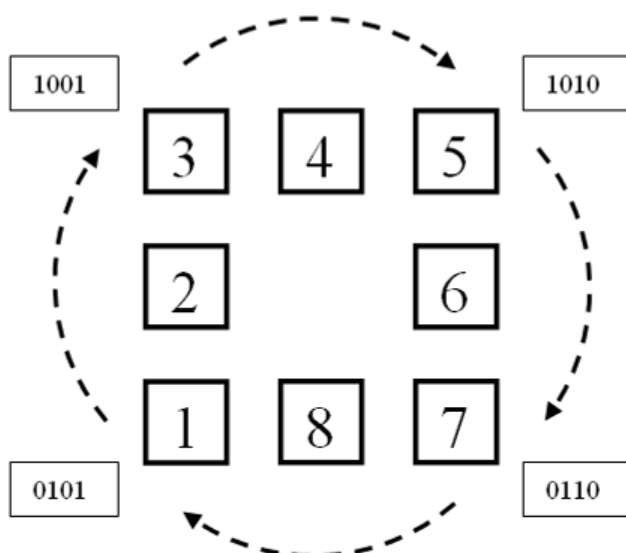
Obrázek 32. Elektrické schéma zapojení řídicího obvodu pro ovládání jednoho krokového motoru

Na obrázku číslo 33 je průběh řídicích napětí na vývodech obvodu L297 v závislosti na vstupním časovacím signálu. Jedná se mód polohování v režimu plného kroku.



Obrázek 33. Časové průběhy řídicích napětí pro jednotlivé cívky z obvodu L297

Na obrázku číslo 34 je znázorněn průběh rotace krokového motoru v režimu plného kroku. Pozice 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, a 8 znázorňují možné polohy motoru při polohování a odpovídají režimu polovičního kroku, který je možné nastavit, jako jeden z módů řízení krokového motoru z řídicího obvodu L297.



Obrázek 34. Průběh rotace krokového motoru v režimu celého kroku

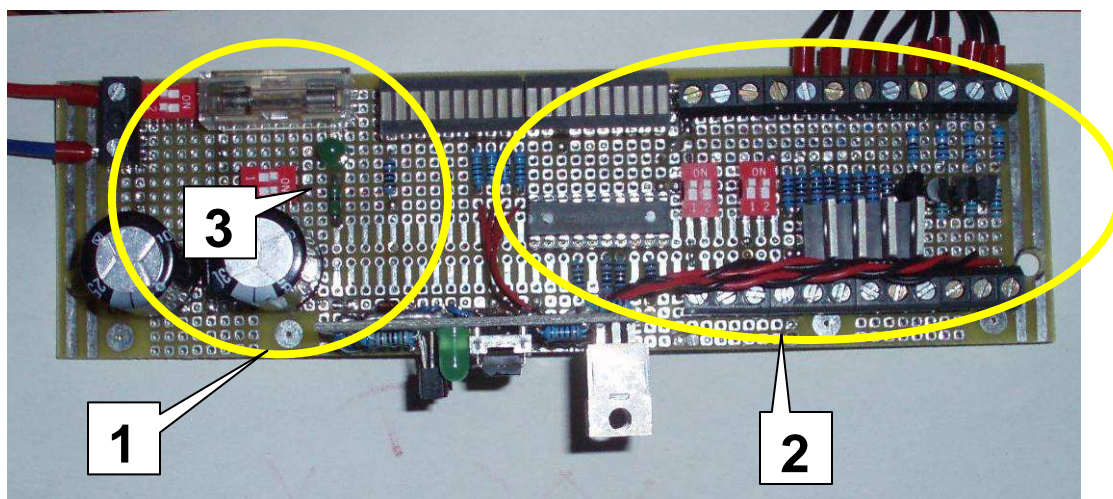
Podle doporučeného elektrického zapojení integrovaného obvodu L297, bylo nutné dopočítat dělič napětí pro řídicí elektrodu unipolárního výkonového MOSFET tranzistoru IRF 540 N od výrobce polovodičů International Rectifier. Podle stejné výpočtové metody vycházející z Ohmova zákona, bylo nutné také dopočítat dělič napětí pro bipolární NPN tranzistor BC 639, jehož ovládání bude řízeno napětím 24V z řídicího PLC.

Nyní se budeme zabývat elektrickým zapojením zobrazeným na obrázku číslo 32. Napájecí napětí ze stabilizovaného zdroje 5V/ 6,3A je spínáno spínačem SW1 a následně je jištěno tavnou pojistkou FU1. Napájecí napětí je filtrováno pomocí elektrolytických kondenzátorů C1, C2 s velkou kapacitou a následně je použit blokovací kondenzátor C3 a ochranná dioda D5. Dělič napětí do řídicích elektrod MOSFET tranzistorů IRF 540 N tvořený R1, R2 a D1 pro T1 je navržen tak, aby byl tento tranzistor otevírán maximálním napětím, které dodává řídicí obvod L297 a došlo tak k maximálnímu průtoku proudu tímto tranzistorem, který nebude působit jako zátěž, ale v co největší možné míře jako spínač bez ztrát. Zennerovy diody ve všech řídicích elektrodách unipolárních a bipolárních tranzistorů plní ochrannou funkci a v případě překročení Zennerova napětí 5,6V dojde k omezení a tudíž k nepoškození spínacích tranzistorů. Kontrolní LED diody D10, D11, D12 a D13 indikují stavy na napětí z řídicího obvodu L297 směrem do řídicích elektrod výkonových spínacích tranzistorů. LED dioda D9 indikuje přítomnost napájecího napětí 5V. Cívky L1, L2, L3, a L4 jsou již vlastní buzené vinutí krokového motoru.

Pomocí bipolárních tranzistorů T5, T6, T7 a T8 jsou ovládány funkce pohybu krokového motoru. Tranzistor T5 – signál HALF/ FULL ovládá režim plného kroku, nebo režim polovičního kroku krokového motoru, čímž se dá dosáhnout menší, nebo větší rychlosti rotace motoru na úkor přesnosti natočení a naopak. Signálem z tranzistoru T6 se ovládá jakou rychlostí pulsů bude krokový motor polohován. Tranzistor T7 určuje směr otáčení motoru vlevo, nebo vpravo a tranzistor T8 zapíná řídicí napětí vycházející z řídicího integrovaného obvodu.

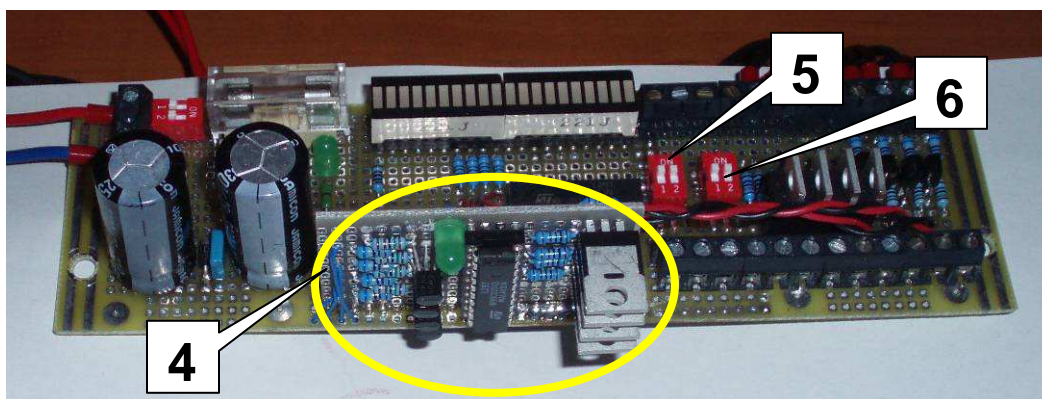
Sestrojením dvou identických zapojení uvedených na obrázku číslo 32, je docíleno separované funkce řízení obou krokových motorů nezávisle na sobě a pomocí řídicích signálů na tranzistorech T5, T6, T7 a T8, je zajištěno ovládání daného krokového motoru s příslušným generováním řídicího kmitočtu pohybu, nezávislého na směru otáčení, polovičním kroku, nebo plném kroku polohování, či zapnutí, nebo vypnutí ovládání daného motoru. Nadřízeným systémem k těmto dvěma ovladačům krokových motorů bude řídicí PLC, u něhož lze jednoduše na základě logických podmínek řídit směry, rychlosti a konečné polohy krokových motorů. Doplněním lineárních pojezdů o koncové snímače poloh lze také eliminovat přejezdy do zakázaných zón, nebo nárazy o mechanické překážky a způsobit tak přetížení motorů, popřípadě jejich poškození, destrukci prvků v řídicí elektronice.

Na obrázku číslo 35 a 36 je náhled na sestavené řídicí elektroniky pro dva krokové motory. Na obrázku číslo 35, pozice číslo 1 znázorňuje společné napájecí obvody pro obě řídicí elektroniky krokových motorů. Pozice číslo 2 zahrnuje jeden řídicí obvod včetně integrovaného obvodu, výkonových tranzistorů a vstupně – výstupních přípojných svorkovnic. Pozice číslo 3 zobrazuje DIP spínače, pomocí nichž je možné odděleně připojovat napájecí napětí k jednotlivým obvodům odděleně. Aktivní řídicí obvod je signalizován pomocí přerušovaného světla zelené LED diody.



Obrázek 35. Zkompletovaná řídicí elektronika pro dva krokové motory – část první

Na obrázku číslo 36, pozice číslo 4 zahrnuje druhý řídicí obvod včetně integrovaného obvodu, výkonových tranzistorů. Vstupně – výstupní přípojný svorkovnice jsou pro oba kanály stejné, viz obrázek číslo 35 pozice 2. Pozice číslo 5 a 6 zobrazuje DIP spínače, pomocí nichž je možné odděleně připojovat napájecí napětí k jednotlivým vinutím krokových motorů, tyto spínače mají spíše testovací charakter, než uživatelský.



Obrázek 36. Zkompletovaná řídicí elektronika pro dva krokové motory - část druhá

5.3 Na sestaveném modelu ovládejte polohování os pomocí PLC včetně podpůrných funkcí

Tato kapitola obsahuje popis ovládání dvouosého modelu polohovacího zařízení pomocí řídicího PLC. Podřízenými obvody budou dvě ovládací jednotky krokových motorů a zároveň budou ošetřeny podpůrné funkce pro vlastní funkci systému jako celku.

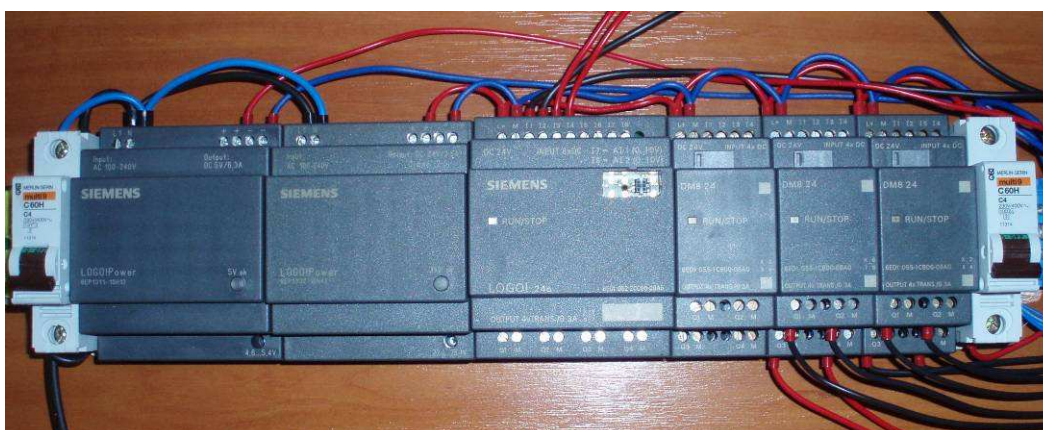
5.3.1 Použité PLC, hierarchie systému

Pro řízení elektroniky krokových motorů byla zvolena varianta s nadřazeným PLC. Důvody k výběru této metody řízení byla jednoduchost, dostupnost a modulárnost zařízení. Model polohovacího zařízení jsem považoval za jakýsi druh jednoúčelového zařízení s možností mobility systému s co nejmenšími nároky na připojení a uvedení do funkce. Jednou z možností jak řídit polohovací model byla možnost využít řídicí počítač a k němu připojit komunikační rozhraní, které by dokázalo pomocí příkazů řídit modul krokových motorů. Tato verze byla zamítnuta z důvodu nedostupnosti vhodné komunikační karty, která by obsahovala alespoň 6 binárních vstupů a 12 binárních výstupů. Další problém nastal s nutností instalace ovládacího software a nutnosti používat počítač.

Volba pro použité řídicí PLC padla na typ LOGO! Od firmy Siemens. Toto nejjednodušší řídicí PLC se vyznačuje dostatečnou vybaveností pro danou aplikaci a řízení polohování dvou krokových motorů. V maximální modulární sestavě může pracovat s 24 binárními vstupy a 16 binárními výstupy. Uvedené maximální modulární osazení bylo použito pro tuto aplikaci s tím, že nevyužité vstupy a výstupy byly použity jako rezerva do budoucna. Použité PLC bylo také zvoleno z důvodu jednoduchosti, modularity, univerzálnosti a nízké ceny. Na obrázku číslo 37 je náhled na řídicí PLC s osazenými moduly vstupů a výstupů. V případě nutnosti je možné daný modul vyměnit například za analogový vstupní, nebo analogový výstupní s volbou napětového, nebo proudového rozsahu. Je také možnost připojení snímačů teploty, nebo komunikačního modulu umožňujícího zapojení více řídicích PLC do lokální sítě, nebo odesílat zprávy na mobilní telefon, email, nebo fax. Dalšími možnostmi volby je použití reléových výstupních karet, které garantují galvanické oddělení spínaného obvodu od obvodu řízeného. Na obrázku číslo 38 je zobrazena sestava řídicího PLC a podpůrných zdrojů 24V a 5V stejnosměrných. Byla zvolena verze PLC napájeného stejnosměrným napětím 24V z bezpečnostních důvodů a také z důvodu napájecího napětí používaných snímačů.koncových poloh. Zdroj napájení s velikostí výstupního napětí 5V/ 6,3A byl použit z důvodu napájení krokových motorů takto malým napětím a zároveň tato velikost napájecího napětí odpovídá logickým úrovním a napájecím napětím pro řídicí obvod krokových motorů L297.

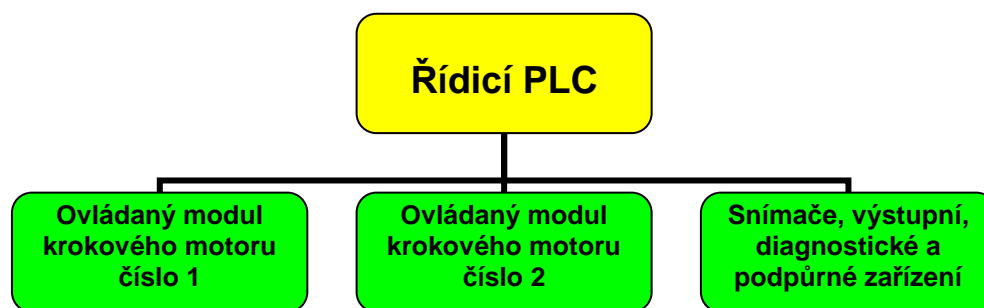


Obrázek 37. Řídicí PLC typ LOGO! Od firmy Siemens



Obrázek 38. Kompletní sestava PLC se zdroji napětí umístěná na DIN liště

Blokové schéma na obrázku číslo 39 znázorňuje hierarchii řízení modelu polohovacího zařízení. Řídicím systémem je v tomto případě PLC, které řídí binárními instrukcemi polohování krokového motoru číslo 1 a 2. Toto polohování je naprosto nezávislé a tyto motory lze řídit různými polohovacími rychlostmi, směry otáčení, cílovými polohami, vypnutím a zapnutím motoru, nebo režim plného kroku, či režimu polovičního kroku. Dále řídicí PLC zpracovává informace z koncových snímačů poloh a na základě těchto informací mění směr rotace krokových motorů, zajišťuje návrat osy do výchozí pozice a zajišťuje sekvenci polohování tak jak je zadáno v programu.

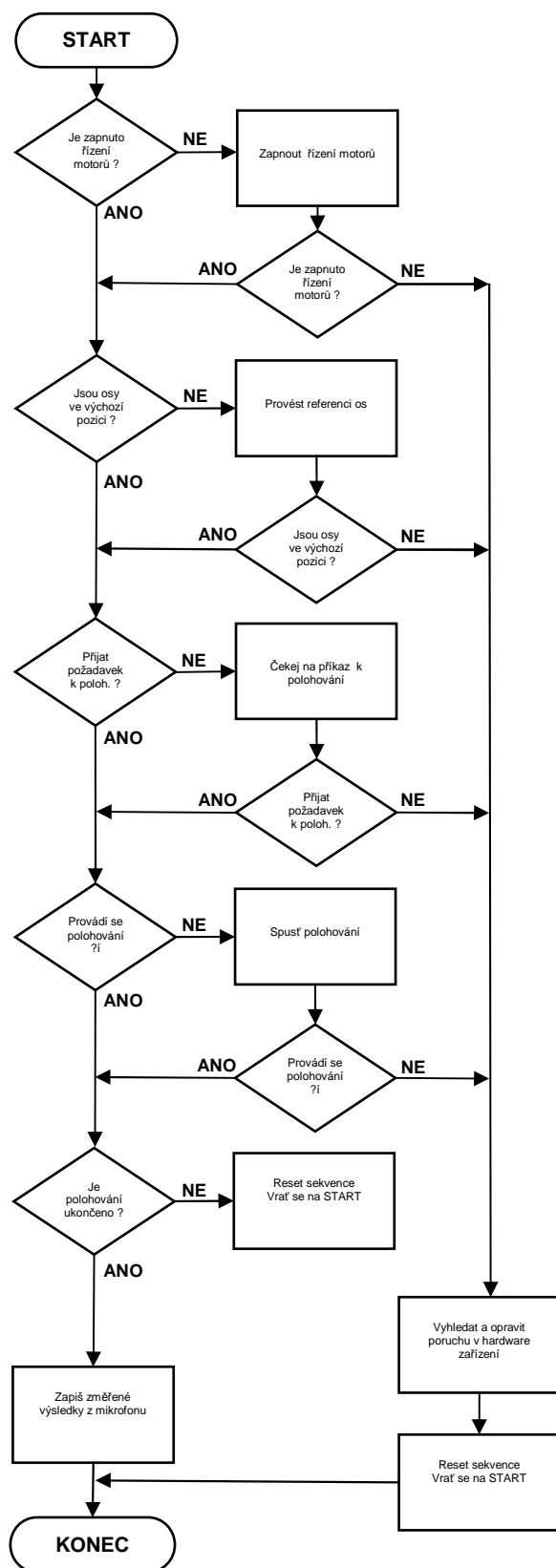


Obrázek 39. Blokové schéma hierarchie systému řízení modelu polohovacího zařízení

5.3.2 Řídicí software PLC

Na obrázku číslo 40 je znázorněno blokové schéma funkce modelu polohovacího zařízení. V tomto schématu je znázorněn postup, s jehož pomocí je možné dosáhnout požadovaného polohování a v případě připojení měřicího mikrofonu také požadovaného výstupu pro měření. Po zapnutí zařízení, je nutné osy nastavit do referenční pozice, pokud se tak nestane, mohou se již osy v této poloze nacházet, nebo nejsou zapnuty všechny pomocné obvody, pokud ani v tomto případě nedojde k polohování, zařízení má poruchu, kterou je nutno odstranit. Po úspěšném nastavení zařízení do výchozí pozice je možné spustit polohovací sekvenci, která na základě naprogramovaných hodnot v řídicím PLC polohuje osami do požadovaných poloh. Pokud zařízení nevykoná požadovanou sekvenci pohybů zadaných v programu, nebo pokud polohování není úspěšně dokončeno, zařízení se nachází v poruše, nebo z důvodu mechanických překážek, nedokáže požadovanou sekvenci pohybů vykonat. Pokud dojde k úspěšnému ukončení polohování celý cyklus se vrací do výchozí pozice, odkud je možné sekvenci spustit znovu. Na konci cyklu lze také definovat, zda bylo souběžně s polohováním prováděno měření např. polohy, intenzity zvuku a výsledky z tohoto měření na základě definovaných kritérií zaznamenat.

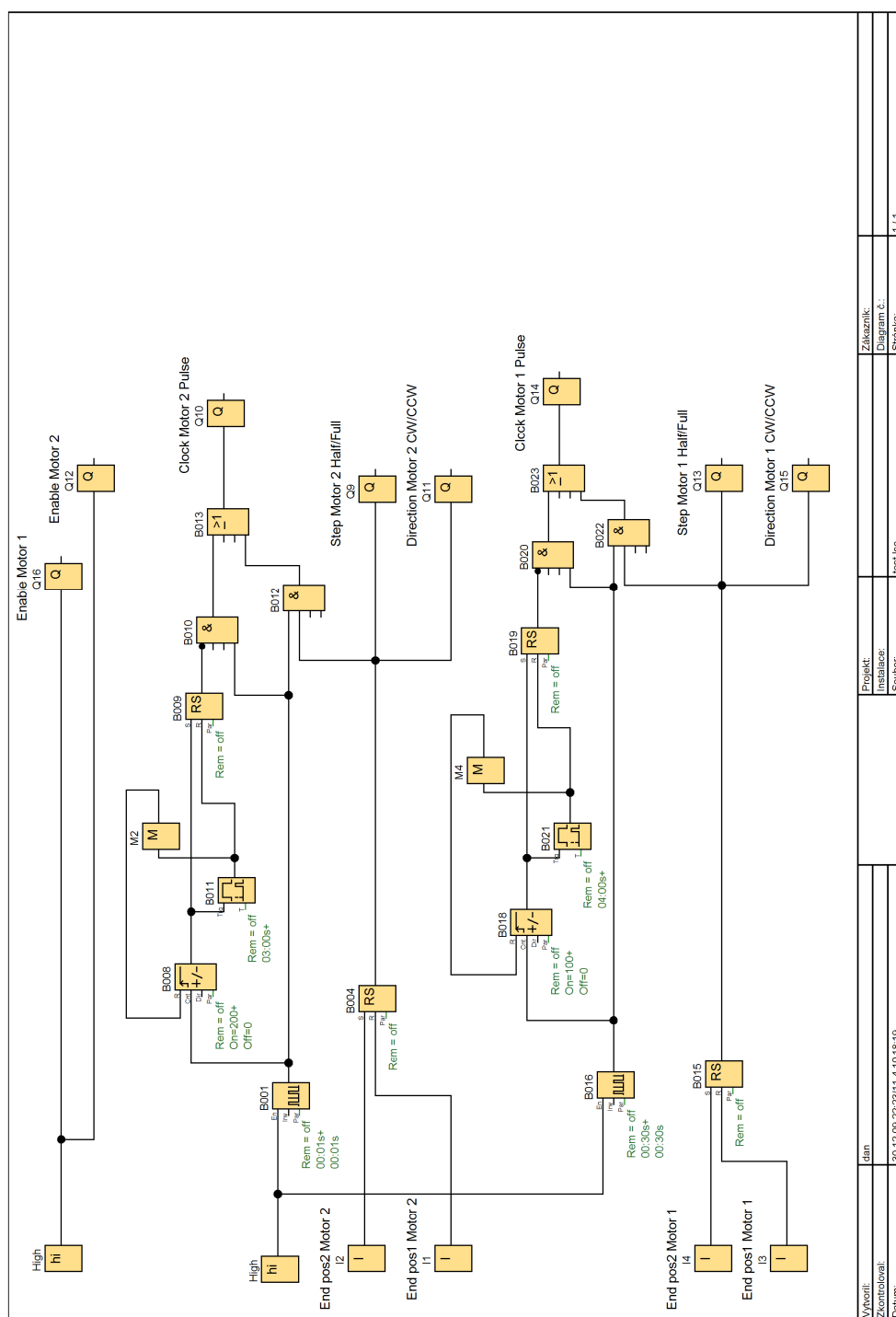
Jako další krok v realizaci modelu bude nutné vytvořit vhodný program pro řídicí PLC, který bude splňovat parametry, jenž jsou uvedeny v blokovém schématu funkce zařízení zobrazeném na obrázku číslo 40.



Obrázek 40. Blokové schéma funkce zařízení

Na obrázku číslo 41 je výpis testovacího programu tvořený jazykem funkčních bloků, jedním z typických nástrojů programování logických automatů. Algoritmus funkce programu vychází z logické funkce blokového schématu uvedeného na obrázku číslo 40. V tomto testovacím software jsou zajištěny pohyby lineárních pojezdů v případě požadavku na polohování. Po dosažení koncové polohy se nesený pojezd vrací zpět do výchozí pozice a opakuje danou sekvenci znovu. Po dosažení koncové polohy nosného pojezdu se tento vrací zpět do výchozí polohy a program čeká na příchozí impuls, aby mohla být opět vykonána požadovaná sekvence pohybů.

Dle obrázku číslo 41 je logickou jedničkou automaticky nastaveno povolení aktivních výstupů pro aktivní řízení obou krokových motorů ENABLE MOTOR 1 (výstup Q16) a ENABLE MOTOR 2 (výstup Q12). Tyto výstupy řídicího PLC svými názvy korespondují s názvy vstupů v obvodech řízení krokových motorů. Bloky B001 a B016 jsou asynchronní generátory impulsů s nastavenou střídou generovaných pulsů pro krokové motory v režimu polohování a při pohybu pojezdů do výchozí pozice. Bloky B008 B018 jsou čítače, které po dosažení nastavené hranice nastavují svůj výstup do logické 1. Po dosažení hodnoty nastavené v čítači je výstup CLOCK MOTOR 2 PULSE (výstup Q10), nebo výstup CLOCK MOTOR 1 PULSE (výstup Q14) neaktivní po dobu nastavenou v obvodu zpožděného zapnutí B011. Zastavení krokování pro motor nosné osy zajišťuje logická kombinace klopného obvodu RS B009 a logického součinu B010. Snímače připojené na vstupy END POS 1 MOTOR 2 (vstup I1), END POS 2 MOTOR 2 (vstup I2), END POS 1 MOTOR 1 (vstup I3), END POS 2 MOTOR 1 (vstup I4) zajišťují informaci o tom v jaké koncové pozici se pojezd nachází. Pomocí stavů z těchto snímačů se nastavují RS obvody B004, B015, které zajistí změnu smyslu otáčení krokových motorů přes výstupy DIRECTION MOTOR 2 CW/CCW (výstup Q11) a DIRECTION MOTOR 1 CW/CCW (výstup Q15). Současným nastavením směru otáčení motoru se nastaví režim plného kroku polohování motorů z důvodu rychlejšího posunu motoru z koncové pozice do počáteční pozice pomocí výstupů STEP MOTOR 2 HALF/FULL (výstup Q9) a STEP MOTOR 1 HALF/FULL (výstup Q13). Po dosažení výchozí pozice je motor opět nastaven do režimu polovičního kroku, z důvodu preciznějšího polohování. Výstup LASER ON (výstup Q8) spíná ve zvolených logických stavech laserové ukazovátko umístěné na hnané ose v době pauzy imitující měření signálu pomocí měřicího mikrofону. Výstup SOUND (výstup Q7) zapíná zvukovou signalizaci při pohybu os do výchozí pozice a v době pauzy imitující měření signálu pomocí měřicího mikrofону. Vstup POS (vstup I10) spíná sekvenci pro polohování měřicího mikrofону. Vstup HOME (vstup I8) spíná sekvenci pro polohování os do výchozí pozice.



Obrázek 41. Výpis z testovacího softwaru tvořeného metodou funkčních bloků

Na obrázku číslo 41 jsou používány logické obvody typu RS, logický součin - AND, logický součet - OR, zpožděné zapnutí, asynchronní pulzní generátor. Pro snadnější pochopení funkce jednotlivých obvodů popíši principy a zákonitosti některých z použitých logických obvodů.

Výstupem funkce OR – logického součtu je logická 1, jestliže alespoň jeden vstup je v logické úrovni 1. Tabulka číslo 3 znázorňuje pravdivostní tabulku tohoto logického součtu funkce - OR.

Tabulka 3. Pravdivostní tabulka logického součtu funkce - OR

Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Vstup 4	Výstup
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Výstupem funkce AND – logického součinu je logická 1, jen tehdy jestliže všechny vstupy jsou v logické 1. Tabulka číslo 4 znázorňuje pravdivostní tabulku tohoto logického součinu funkce - AND.

Tabulka 4. Pravdivostní tabulka logického součinu funkce - AND

Vstup 1	Vstup 2	Vstup 3	Vstup 4	Výstup
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Zpožděné zapnutí. Výstup Q není zapnut, dokud nevyprší nastavená doba zpoždění T. Zpožděné zapnutí je spuštěno pomocí spouštěcího impulsu na vstupní svorce Trg. Pokud signál na svorce T je roven logické nule, výstupní svorka Q je vypnuta a nastavený čas je automaticky resetován.

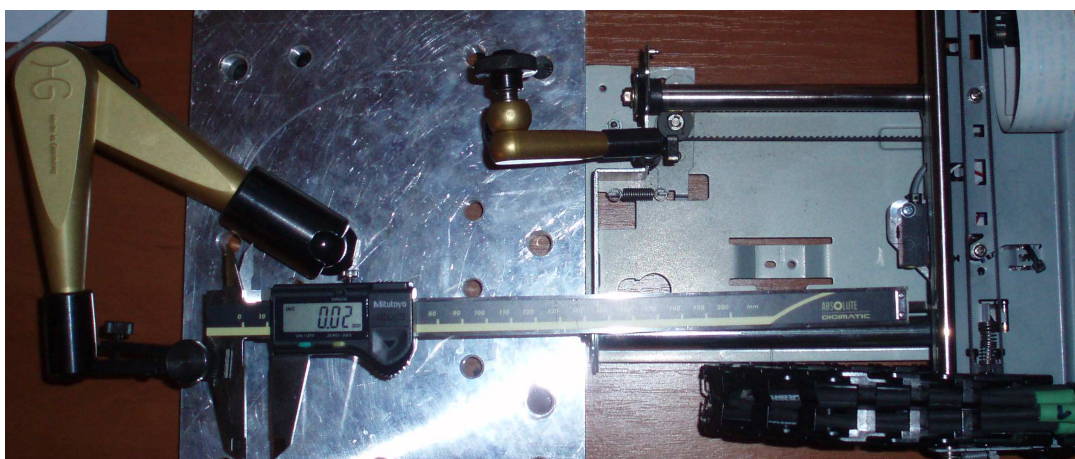
Asynchronní generátor pulzů. Obvod po aktivaci logického vstupu En generuje na výstupu Q pulz, jehož poměr zapnuto – vypnuto lze naprogramovat.

Dopředný a zpětný čítač. Impulz na vstupní svorce Cnt zvyšuje nebo snižuje vnitřní hodnotu čítače v závislosti na nastavení vstupní svorky načítání, nebo odčítání impulsů Dir. Výstupní svorka Q je v logické 1 tehdy, je – li dosaženo naprogramovaného prahu počtu sepnutí a výstup je možné nastavit do logické 0, jestliže je na resetovací vstupní svorku R přivedena logická jedna, nebo je hodnota pulsů nižší, než prahová hodnota naprogramovaná v čítači impulsů.

RS obvod nastaví výstup Q pomocí logické 1 na nastavovacím vstupu S a resetuje výstup Q pomocí logické 1 na resetovacím vstupu R.

5.3.3 Měření přesnosti dosažení zadané pozice systému

Vzhledem k použití polohovacího systému bez zpětné vazby, jsem se rozhodnul provést kontrolní měření polohy transportního vozíku obou os. Měření bylo prováděno pomocí posuvného měřítka, které bylo pevnou vazbou spojeno s polohovacím systémem. Měření bylo prováděno ve střední poloze obou pojezdů s proměnnou polohovací vzdáleností a různou polohovací rychlostí, která je dána časem střídání budicího signálu. Na obrázku číslo 42 je náhled na sestavu pro měření opakovatelnosti zadané polohy pro nosnou osu. Měření bylo provedeno nastavením polohy transportního vozíku, následným nastavením měřidla na hranu vozíku a nulováním pozice na měřidle. V řídicím PLC byl nastaven počet kroků a rychlost pohybu pojezdu. Automatickým posuvem vozíku o definovaný počet kroků, bylo přestaveno měřidlo na hranu vozíku a následně spuštěno polohování do výchozí pozice, kde byl odečten rozdíl od původní nulové pozice. Tato měření byla prováděna pro počet kroků 50 a 300, v režimu polovičního a plného kroku s časovou střídou 10 a 100 milisekund. V tabulkách číslo 5, 6, 7 a 8 jsou výsledky měření.



Obrázek 42. Náhled na mechanickou sestavu měření opakovatelnosti dosažení polohy – nosná osa

Tabulka 5. Polohování se střídou 1:1 časem 100ms v režimu polovičního kroku – nosná osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,01	-0,01
2	-0,01	0,06
3	0,02	0,06
4	0,02	0,06
5	0,02	0,03
Vykonaná vzdálenost pohybu	5mm	31,5 mm

Tabulka 6. Polohování se střídou 1:1 časem 100ms v režimu plného kroku – nosná osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,01	-0,01
2	0,02	0,01
3	0,01	0,01
4	0,01	0,01
5	0,03	0,01
Vykonaná vzdálenost pohybu	10,5 mm	63 mm

Tabulka 7. Polohování se střídou 1:1 časem 10ms v režimu polovičního kroku – nosná osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,09	0,41
2	0,10	0,02
3	0,21	-0,43
4	-0,19	-0,63
5	0,11	-0,61
Vykonaná vzdálenost pohybu	5mm	31,5 mm

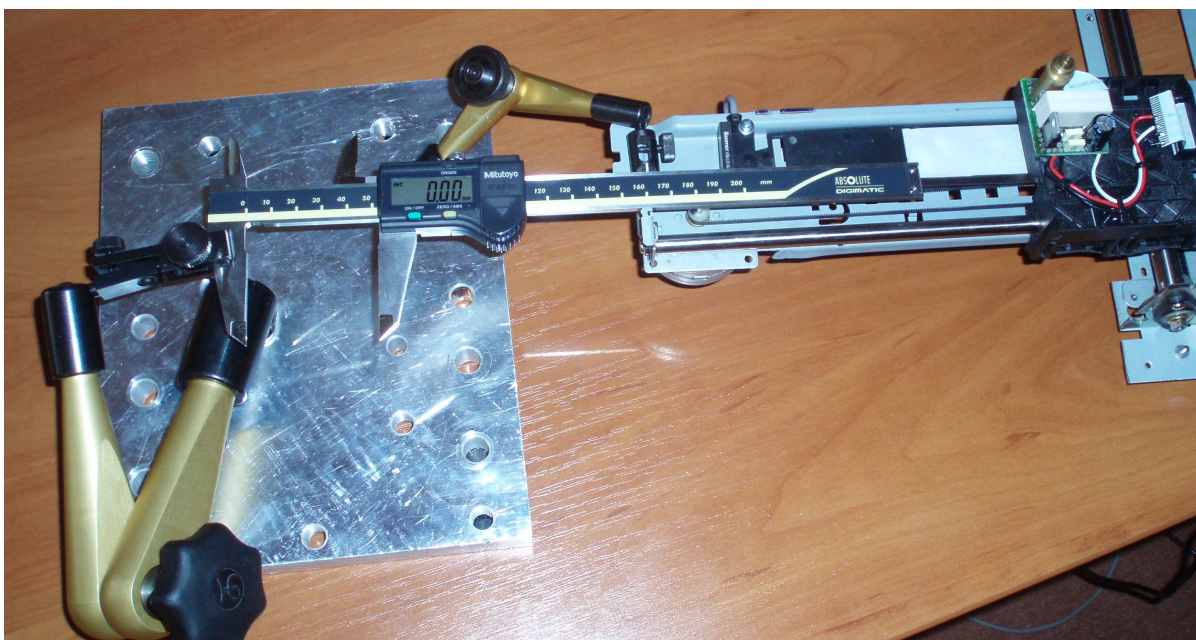
Tabulka 8. Polohování se střídou 1:1 časem 10ms v režimu plného kroku – nosná osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,26	0,041
2	-0,61	-0,19
3	0,86	1,47
4	-0,62	1,51
5	-0,71	-0,19
Vykonaná vzdálenost pohybu	10,5 mm	63 mm

V tabulkách číslo 5, 6, 7 a 8 jsou výsledky měření opakovatelnosti dosažení polohy nosného pojezdu. Z uvedených hodnot je patrné, že mezi metodikou polohování v režimu polovičního a plného kroku není patrný značný rozdíl v nepřesnostech dosažení polohy při delších polohovacích časech – tabulky 5 a 6 se střídou signálu 100 milisekund. Větších rozdílů bylo dosaženo při polohování v kraších polohovacích časech - tabulky 7 a 8 se střídou signálu 10 milisekund. U metody s vyšší rychlostí pohybu polohování jsou patrné vyšší odchylky mezi metodou polohování v režimu polovičního kroku a plného kroku. Z tohoto měření je patrné, že polohování v režimu polovičního kroku je přesnější,

než v režimu plného kroku.. Tento jev je zřetelnější při vyšších rychlostech polohování. Při celkové délce aktivní dráhy pojezdu 260 mm je maximální úchylka 0,02% při pomalém polohování a 0,58% při rychlejším polohování z celkové délky dráhy

Na obrázku číslo 43 je náhled na sestavu pro měření opakovatelnosti zadané polohy pro nesenou osu. Měření bylo provedeno stejným způsobem jak bylo uvedeno výše. Stejně jako pro měření opakovatelnosti dosažení polohy pro osu nosnou s parametry pro počet kroků 50 a 300, v režimu polovičního a plného kroku s časovou střídou 10 a 100 milisekund. V tabulkách číslo 9, 10, 11 a 12 jsou výsledky měření.



Obrázek 43. Náhled na mechanickou sestavu měření opakovatelnosti dosažení polohy – nesená osa

Tabulka 9. Polohování se střídou 1:1 časem 100ms v režimu polovičního kroku – nesená osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,03	0,08
2	0,02	0,04
3	0,07	0,02
4	0,02	-0,70
5	0,10	0,11
Vykonaná vzdálenost pohybu	12 mm	74 mm

Tabulka 10. Polohování se střídou 1:1 časem 100ms v režimu plného kroku – nesená osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,04	0,23
2	0,01	0,16
3	0,03	0,11
4	0,04	-0,09
5	0,03	0,03
Vykonaná vzdálenost pohybu	24 mm	145 mm

Tabulka 11. Polohování se střídou 1:1 časem 10ms v režimu polovičního kroku – nesená osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	-0,49	0,02
2	0,11	1,14
3	0,46	1,57
4	0,41	0,46
5	-0,44	1,53
Vykonaná vzdálenost pohybu	4,4 mm	27 mm

Tabulka 12. Polohování se střídou 1:1 časem 10ms v režimu plného kroku – nesená osa

Měření č.	50 kroků	300 kroků
1	0,98	-0,92
2	-1,54	1,02
3	-1,58	-1,89
4	-1,37	-2,59
5	0,42	0,62
Vykonaná vzdálenost pohybu	8,5 mm	54 mm

V tabulkách číslo 9, 10, 11 a 12 jsou výsledky měření opakovatelnosti dosažení polohy nosného pojezdu. Z uvedených hodnot je patrné, že nesená osa vykazuje podobné výsledky jako osa nosná, co se týká v nepřesnostech dosažení polohy při delších polohovacích časech – tabulky 9 a 10 se střídou signálu 100 milisekund a v kratších polohovacích časech - tabulky 11 a 12 se střídou signálu 10 milisekund. U metody s vyšší rychlostí pohybu polohování jsou patrné vyšší odchylky mezi metodou polohování v režimu polovičního a plného kroku. Z tohoto měření je patrné, že polohování v režimu polovičního kroku je přesnější, než v režimu plného kroku.. Tento jev je zřetelnější při vyšších

rychlostech polohování. Při celkové délce aktivní dráhy pojezdu 235 mm je maximální úchylka 0,10% při pomalém polohování a 1,10% při rychlejším polohování z celkové délky dráhy.

Z výše změřených parametrů je patrné, že na změřeném vzorku pojezdů bylo dosaženo řádově stejných odchylek pro dosažení polohy. Větší odchylky jsou také dány způsobem uložení pojezdů vozíků, tuhostí ložisek, napnutím hnacího řetězu apod. Z velikosti úchylek polohy je v tomto případě polohování bez zpětné vazby považováno za uspokojivé.

6 Zhodnocení dosažených výsledků, návrh následného postupu řešení

Cílem této práce bylo osvojení si podmínek, při nichž se měří hluk a navrhnout vhodné polohovací zařízení, s jehož pomocí bude možné vytvořit podmínky pro měření zvukového pole, dle požadavků nutných k získání zvukové mapy snímaného předmětu.

Pro pochopení principu měření zvuku - hluku bylo nutné seznámit se co je to zvuk - hluk a jeho podstatou šíření v prostoru. Dále bylo nutné seznámit se s způsobem měření intenzity zvuku a podmínkami, za kterých toto měření probíhá.

Po seznámení se s těmito zákonitostmi, jsem se pokusil najít možné varianty polohování měřicího mikrofону v prostoru. V kapitole pojednávající o kinematice pohybu, jsem hledal vhodné kombinace mapování plošného pole pomocí dvou pohyblivých os. Po vyhodnocení všech možností, které nabízely polohování pomocí lineárního a rotačního pohybu, vyšla nejlépe varianta se dvěma lineárními pohyby. Dále jsem se zabýval technickým provedením výkonových prvků společně s komponenty nutnými pro pohyb pomocí lineárních os a získal jsem ucelený přehled o tom, jaké prvky jsou nutné, aby kompletní polohovací sestava byla schopna samostatného polohování v prostoru.

V kapitole pojednávající o optimálně zvoleném systému a ekonomickém rozboru jsem měl za úkol vybrat nejvhodnější kombinaci mapování prostoru pomocí dvou os. Z níž vyšlo jako nejlepší řešení nejobvyklejší způsob polohování pomocí dvouosého systému v dnešní době a tou je pozicování dvou os umístěných do kříže. V ekonomickém rozboru, bylo cílem oslovit různé dodavatele polohovacích systémů a z těchto vybrat ekonomicky vhodnou variantu, která bude dostatečně technicky vybavena a bude splňovat požadavky na měřicí zařízení. Jako nejvýhodnější řešení z předložených nabídek byl vyhodnocen osový systém od firmy FESTO. Tato skutečnost byla také konzultována s vedoucím laboratorů panem ing. Petrem Zamarským z centra pokročilých inovačních technologií (CPIT) při Vysoké škole báňské – Technické univerzity Ostrava (VŠB-TUO), kteří by polohovací systém využívali v měřicích laboratořích.

Dále jsem se také zabýval návrhem skutečné sestavy polohovacího systému, včetně doplňkových prvků, nutných pro funkci zařízení. V tomto návrhu bylo počítáno s prvky uvedenými dle cenové nabídky od firmy FESTO a dále byly přidány podpůrné komponenty, se kterými by skutečné zařízení nebylo možné uvést do reálného provozu. Následně jsem se zabýval kompletní finanční náročností navržené koncepce.

Jako další postup řešení by bylo vhodné zakoupit technické zařízení od všech uvedených dodavatelů, dle předložených cenových nabídek v této práci. Následně bude nutné tento systém zkompletovat. Kompletací systému se rozumí montáž elektrického rozvaděče včetně umístění komponent a provedení

elektroinstalačních prací. Po kompletaci, bude nutné systém oživit jako celek, po hardwarové a softwarové stránce. Hardwarové oživení v sobě zahrnuje připojení napájecích napětí, vedení a podpůrných obvodů. Následně bude nutné oživit komunikaci mezi řídicím počítačem a osovým systémem. Otestovat pomocí příkazů z ovládacího software funkčnost polohování a zda probíhá podle zadaných instrukcí. Bude nutné také sestavit nosný stojan, na kterém bude umístěn osový kříž a provést instalaci os. Jako nejlepší varianta pro měření by bylo vhodné na softwarové úrovni propojit měřicí software pro měřicí mikrofon a polohovací systém tak, aby spolupracovali synchronně. Ve finální podobě by se spustilo vlastní měření, osy by přijely do definované polohy, kde by se zastavily a v daném bodě by byla změřena intenzita zvuku pomocí intenzitní sondy. Po změření by osy pokračovaly do dalšího zvoleného bodu měření, kde by se opět změřila intenzita zvuku a systém os by krok po kroku pokračoval v měření tak dlouho dokud by nedosáhl všech zadaných bodů a nevytvořil tak požadovanou mapu intenzity zvuku z definovaného zdroje zvuku.

V poslední části práce byl popsán model demonstrující dvouosý polohovací systém pro měřicí mikrofon ve zmenšené podobě. Vzhledem k výběru polohování os pomocí dvou lineárních pojezdů, nebylo obtížné sestavit mechanický model. Lineární pojezdy jsou velice častým zařízením s nímž se můžeme setkat také u přístrojů pro domácí použití. Nejčastěji je možné nalézt tento mechanismus v tiskárnách, skenerech, nebo multifunkčních zařízeních. Demontáží těchto zařízení bylo možné získat pohybové mechanismy vhodné k testování. Následným výběrem lineárního pojezdu a kompletací dvouosé sestavy bylo nutné zabývat se jejím polohováním. K tomuto účelu posloužily krokové motory z demontovaných tiskáren. Náklady na takovéto řešení jsou minimální a pro demonstrační účely dostatečné. Na trhu s mechanickými a elektrickými komponenty je široké množství nabízených prvků, ale cenová hladina těchto komponent je značně vysoká. V této práci jsem se zabýval polohováním pojezdů s krokovými motory a návrhem vhodného řídicího obvodu. Pro řízení polohovacího modelu byl zvolen řídicí PLC od firmy Siemens typu Logo!. S tímto systémem je možné polohovat osy nezávisle na sobě a zajistit tak snímání koncových poloh a na základě algoritmu v řídicím PLC rozhodnout o následné aktivitě polohovacího systému.

Na sestrojené konstrukci modelu byly zprovozněny základní funkce zařízení jako celku. Pro větší komfort ovládání polohovacího systému by bylo použití grafického rozhraní s možností editace parametrů pro polohování. Tento komfort a tím pádem také úroveň zařízení by byla značně navýšena, protože doposud lze pozice pro polohování editovat pouze jako počet kroků impulsů pro řízené krokové motory přes programovací software z počítače. Tento pokrok do třídy plně autonomně ovládaného zařízení, by bylo možné zajistit pomocí externího textového displeje, který lze připojit k nejnovějším verzím PLC řady LOGO!.

7 Použitá literatura

- BRÜEL & KJÆR *Product data*. [online]. 2009A, 1. 6. 2006 [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: < <http://www.bksv.com/doc/bp1908.pdf> >. Http: <http://www.bksv.com/>.
- BRÜEL & KJÆR *Sound Intensity*. [online]. 2009B, 1. 9. 1993 [cit. 2009-04-11]. Dostupný z WWW: < <http://www.bksv.com/doc/br0476.pdf> >. Http: <http://www.bksv.com/>.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- FARANA, R. AJ. *Zpracování závěrečných textů z oblasti automatizace a informatiky*. Včetně anglicko-českého slovníku automatizační techniky a řízení. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 116 s. ISBN 80-248-0557-X.
- FESTO *Pohony s ozubeným řemenem DGE* [online]. 2008, 1. 10. 2008 [cit. 2009-05-11]. Dostupný z WWW: < http://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/DGE-ZR_CZ.PDF >. Http: <http://www.festo.cz>.
- FESTO *Ovladače motorů CMMS-ST, pro krokové motory* [online]. 2008, 1. 10. 2008 [cit. 2009-05-11]. Dostupný z WWW: < http://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/CMMS-ST_CZ.PDF >. Http: <http://www.festo.cz>.
- HLAVA, J. 2000. *Prostředky automatického řízení II*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 160 s. ISBN 80-01-02221-8.
- HW SERVER *HW server představuje - RS-232* [online]. c2003 [cit. 2009-05-22]. Dostupný z WWW: <<http://rs232.hw.cz/>>.
- MARTINÁSKOVÁ, M. ŠMEJKAL, L. *PLC a automatizace 1, základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN, 2002. 224 s. ISBN 80-86056-58-9.
- MICROCON *Kuličkové šrouby, lineární vedení Kuroda* [online]. 2010.4.6. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <www.microcon.cz>.
- TG DRIVES *Servostar 600*, [online]. 2006, 3. 3. 2006 [cit. 2009-05-18]. Dostupný z WWW: < <http://www.tgdrives.cz/digitalni-servozesilovace/servostar-600/#image> >. Http:<http://www.tgdrives.cz>.

THURING, J. *Volba kuličkových šroubů*. MM 2008. Dostupný z WWW: <
<http://www.mmspektrum.com/clanek/volba-kulickovych-sroubu> >. Http:
<http://www.mmspektrum.com>.

TOMIS, J. *Praktické nasazení servoměničů Lexium 05*. 2006, 273s.
Automatizace. Dostupný z WWW: <
<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1188> >.
<http://www.automatizace.cz/>

SCHMIDT, D. a kol. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Praha:
Europa-Sobotáles, 2005. 420 s. ISBN 80-86706-10-9.

ŠMEJKAL, L. *PLC a automatizace 2, sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*. Praha: BEN, 2005. 208 s. ISBN 80-73000-87-3.

Přílohy

Příloha A. Obrazová příloha

Předmětem této obrazové přílohy jsou cenové nabídky od firem FLUIDTECHNIK, SMC, FESTO a HABEKORN ULMER.



Pneumatické systémy HOBBERGER-ORIGA
Výroba pneumatických větrů
Dodávky průmyslových armatur a pohonů

NABÍDKOVÝ LIST

Číslo: **N4109/0348**

Dodávatel:
FLUIDTECHNIK BOHEMIA, s.r.o.
Olomoucká 87
627 00 Brno
IČ: 25552252 DIČ: CZ25552252
Banka: ČSOB BRNO
SWIFT: CEKOCZPP
Číslo účtu: 377320143/0300
Tel.: +420 548 426 811
fax: +420 548 426 813
e-mail: brno@fluidbohemia.cz;
www.fluidbohemia.cz
zapsán u KS v Brně odd.C, vl.32895



Váš kontaktní partner - pobočka
Hradecká 668/1
746 01 Opava
fax: +420 553 770 912
Vystavil: Ing. Martin Maňák
tel.: +420 553 770 911

Zákazník: IČ: 61989100 DIČ: CZ61989100

VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

pan Daniel Gajdoš
17. listopadu 15

708 33 Ostrava

tel.: 597 321 111

fax: 596 995 467

Číslo poptávky zákazníka: mail pan Gajdoš
Ze dne: 18.05.09
Forma úhrady: převodem
Způsob dodání: přepravní službou

Číslo nabídky: N4109/0348

Pol. Objednací kód	Popis zboží Typ	Množství Termín	MJ DPH [%]	Cena za MJ	Cena
1 004	OSA "X"	1,000	ks 19	0,00	
2 004	elektrický lineární pohon OSP-E20-60006-01450-BH2	1,000	ks 19	43 097,00	43 097,00
3 004	těleso spojky OSP-E20BH2	1,000	ks 19	1 295,00	1 295,00
4 004	motorová příruba OSP-E20BH2	1,000	ks 19	1 687,00	1 687,00
5 004	planetová převodovka LP050-10	1,000	ks 19	10 265,00	10 265,00
6 004	servomotor DBL2-H00080	1,000	ks 19	16 678,00	16 678,00
7 004	řídící jednotka Servostar 603	1,000	ks 19	45 887,00	45 887,00
8 004	kabel motor	1,000	ks 19	2 748,00	2 748,00
9 004	kabel řízení	1,000	ks 19	2 313,00	2 313,00
10 004	PC kabel	1,000	ks 19	1 098,00	1 098,00
11 004	magnetický snímač rozpinací M8 KL3087	1,000	ks 19	785,00	785,00
12 004	magnetický snímač zapínací M8 KL3047	1,000	ks 19	750,00	750,00
13 004	propojovací kabel pro snímače 5m KL3186	1,000	ks 19	893,00	893,00
14 004	upevnění vík CN20	1,000	ks 19	992,00	992,00
15 004	profilové upevnění E1	1,000	ks 19	476,00	476,00
16 004		1,000	ks 19	0,00	
17 004	OSA "Z"	1,000	ks 19	0,00	

V Opavě 19.05.09

Razítko/Podpis:

Číslo nabídky: N4109/0348

Strana: 2

Pol. Objednací kód	Popis zboží Typ	Množství Termín	MJ DPH [%]	Cena za MJ	Cena
18 004	elektrický lineární pohon OSP-E25-00000-01020-B	1,000	ks 19	16 475,00	16 475,00
19 004	těleso spojky OSP-E25B	1,000	ks 19	1 836,00	1 836,00
20 004	motorová příruba OSP-E25B	1,000	ks 19	1 749,00	1 749,00
21 004	spojka motoru OSP-E25B	1,000	ks 19	1 083,00	1 083,00
22 004	servomotor DBL3-H00130	1,000	ks 19	16 678,00	16 678,00
23 004	řídící jednotka Servostar 603	1,000	ks 19	45 887,00	45 887,00
24 004	kabel motor	1,000	ks 19	2 748,00	2 748,00
25 004	kabel řízení	1,000	ks 19	2 313,00	2 313,00
26 004	PC kabel	1,000	ks 19	1 098,00	1 098,00
27 004	magnetický snímač rozpínací M8 KL3087	1,000	ks 19	785,00	785,00
28 004	magnetický snímač zapínací M8 KL3047	1,000	ks 19	750,00	750,00
29 004	propojovací kabel pro snímače 5m KL3186	1,000	ks 19	893,00	893,00
Celkem: (Kč)					221 259,00
DPH částka:					42 039,21
Celkem (Kč) včetně DPH					263 298,21

Vážený pane Gajdoš,

děkuji Vám za poptávku a dovoluji si Vám nabídnout 2-osé řešení Vaší úlohy pomocí elektrických lineárních pohonů ORIGA

OSA "X":

- Pol. 2: Elektrický lineární pohon s ozubeným řemenem a integrovaným kuličkovým vedením ORIGA, typ: OSP-E20-60006-01450-BH2, velikost DN20, zdvih 1200 mm (mechanická koncová poloha se nesmí používat jako zarážka, pamatujte na obustrannou bezpečnostní vzdálenost, která u lineárního pohybu odpovídá jedné otáčce hnací hřídele, pro tuto aplikaci odpovídá 1450 mm), parametry viz. výpočet pohonu, opakovatelná přesnost: +/- 0,05 mm/m
- Pol. 3: Těleso spojky pro montáž převodovky na pohon pro OSP-E20BH2
- Pol. 4: Motorová příruba pro převodovku, příruba částečně opracovaná, pro OSP-E20BH2
- Pol. 5: Planetová převodovka, typ: LP050-10 - jednostupňová, poměr převodu i = 10:1
- Pol. 6: Servomotor pro ovládání elektrického pohonu, typ: DBL2-H00080
- Pol. 7: Řídící jednotka pro řízení elektrického pohonu, typ: SERVOSTAR 603
- Pol. 8: Kabel pro motor
- Pol. 9: Kabel pro řídící jednotku
- Pol. 10: PC kabel
- Pol. 11: Magnetický spínač, jazýčkový kontakt, 3PIN neutrální konektor M8, rozpínací, délka kabelu 100 mm
- Pol. 12: Magnetický spínač, jazýčkový kontakt, 3PIN neutrální konektor M8, zapínací, délka kabelu 100 mm
- Pol. 13: Propojovací kabel pro snímače, vhodný pro energetický řetězec, délka kabelu 5m
- Pol. 14: Upevnění vik pohonu OSP-E20BH2, typ: CN20
- Pol. 15: Profilové upěvnění válce, typ: E1

OSA "Z":

- Pol. 18: Elektrický lineární pohon s ozubeným řemenem ORIGA, typ: OSP-E25-00000-01020-B, velikost DN25, zdvih 900 mm (mechanická koncová poloha se nesmí používat jako zarážka, pamatujte na obustrannou bezpečnostní vzdálenost, která u lineárního pohybu odpovídá jedné otáčce hnací hřídele, pro tuto aplikaci odpovídá 1020 mm), parametry viz. výpočet pohonu, opakovatelná přesnost: +/- 0,05 mm/m
- Pol. 19: Těleso spojky pro montáž motoru na pohon pro OSP-E25B
- Pol. 20: Motorová příruba pro montáž motoru na pohon pro OSP-E25B

V Opavě 19.05.09

Razítko/Podpis:

Číslo nabídky: N4109/0348

Strana: 3

Pol. Objednací kód	Popis zboží Typ	Množství Termín	MJ DPH [%]	Cena za MJ	Cena
Pol. 21:	Spojka motoru pro spojení motoru a pohonu OSP-E258				
Pol. 22:	Servomotor pro ovládání elektrického pohonu, typ: DBL3-H00130				
Pol. 23:	Řídící jednotka pro řízení elektrického pohonu, typ: SERVOSTAR 603				
Pol. 24:	Kabel pro motor				
Pol. 25:	Kabel pro řídicí jednotku				
Pol. 26:	PC kabel				
Pol. 27:	Magnetický spínač, jazýčkový kontakt, 3PIN neutrální konektor M8, rozpínací, délka kabelu 100 mm				
Pol. 28:	Magnetický spínač, jazýčkový kontakt, 3PIN neutrální konektor M8, zapínací, délka kabelu 100 mm				
Pol. 29:	Propojovací kabel pro snímače, vhodný pro energetický řetězec, délka kabelu 5m				

Součástí nabídky jsou i přílohy o výpočtu a návrhu 2-osé úlohy

Dodací termín: cca 6-8 týdnů od objednávky

Jedná se o ceníkové ceny, v případě realizace by VŠB byly poskytnuty lepší podmínky

Platnost nabídky: 3 měsíce

V případě jakéhokoliv dotazu mě neváhejte kontaktovat

Děkuji Vám za projevený zájem a těším se na další spolupráci

Se srdečným pozdravem

Ing. Martin Maňák

Innovation
Performance
Quality

 **SMC**
Competence in Automation

Nabídka

Číslo/Datum
243480 / 22.08.2009
Vaše objednávka č./Datum
varianta LC8
Číslo zákazníka
200887
Doba platnosti
21.08.2009 do 21.08.2009

Vyřizuje
Michaela Körberová
Prodejce
Ing. Zdeněk Velfl

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
17. listopadu 15
708 33 Ostrava - Poruba

IČ: 61989100 DIČ: CZ61989100

Dodací adresa:
VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ - TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA-Fakulta strojní
Kated. hydromech.a hydraul. sař.338
17. listopadu 15/2172
708 33 Ostrava - Poruba

Vážené dámy a panové!

Děkujeme za Vaši poptávku a nabízíme Vám následující :

Termín dodání: cca 4-5 týdnů od objednání

Poř.	Materiál Množ.	Cena za kus		Hodn.
10	. LJ1H10812SC-900-F3-Q elektrický lineární pohon Speciální netto-ceny 1,00 KS	47.107,52	CZK	47.107,52
20	LJ1H20822SC-1200-F3-Q elektrický lineární pohon Speciální netto-ceny 1,00 KS	65.461,66	CZK	65.461,66
30	LC8-B1H2-VF-Q driver pro AC servomotor Speciální netto-ceny 1,00 KS	15.790,66	CZK	15.790,66

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudcova 78a, 612 00 Brno
tel: 541 424 611, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UNICredit Bank Czech Republic
CZK účt. č.: 46690000/2700
CZK IBAN: CZ3627000000000466900000
EUR účt. č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ622700000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK = EUR)

IČ: 62909070, DIČ: CZ62909070
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Zboží zůstává až do plnění záplacemi našim
vlastnictvím.

Innovation
Performance
Quality



VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
17. listopadu 15
708 38 Ostrava - Poruba

Č. dokl./Datum
242480 / 22.05.2009

Strana
2

Pol.	Materiál Množ.	Cena za kus		Hodn.
40	LCS-B2H2P-MF-Q driver pro AC servomotor Speciální netto-ceny 1,00 KS	17.247,44	CZK	17.247,44
50	LCS-1-1050 kabel pro LCS Speciální netto-ceny 2,00 KS	1.735,34	CZK	3.470,68
60	LJ1-T8 T-matice pro LJ1 pohon Speciální netto-ceny 8,00 KS	75,52	CZK	604,16
70	LCS-1-C2 2-osý komunikační kabel Speciální netto-ceny 1,00 KS	550,19	CZK	550,19
80	LJ1-BXV-J2J1LS X-Y upevňovací díl LJ2 Speciální netto-ceny 1,00 KS	4.507,49	CZK	4.507,49
Celková cena bez DPH v CZK				154.739,80

Datum splatnosti: Během 14 dní bez srážky

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudcova 78a, 612 00 Brno
tel: 541 424 611, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic
CZK účt. č.: 46690000/2700
CZK IBAN: CZ3627000000000466900000
EUR účt. č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ62270000000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK = EUR)

IČ: 62909070, DIČ: CZ62909070
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Žebřík zůstává až do přehození naším
vlastnictvím.

Innovation
Performance
Quality



VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
17. listopadu 15
708 32 Ostrava - Poruba

Č.dokl./Datum
249480 / 22.05.2009

Strana
3

Doufáme, že naše nabídka vyhovuje a zaručujeme odpovídající a včasné vyřízení.

Všechny potvrzené dodací termíny jsou platné pouze ke dni vytvoření nabídky.
Mesiprodej vyhrazen.

S přátelským pozdravem

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.

***** Pro rychlejší zpracování Vaší objednávky uvádějte, *****
***** prosím, číslo naší nabídky na Vaší objednávce. *****

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudrova 78a, 612 00 Brno
tel: 541 424 811, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic
CZK účet č.: 46690000/2700
CZK IBAN: CZ362700000000046690000
EUR účet č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ622700000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK = EUR)

IČ: 62909078, DIČ: CZ62909078
Společnost zapsána v obchodním rejstříku:
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Zboží zůstává až do prvního zaplacení naším
vlastnictvím.

Innovation
Performance
Quality

 **SMC**
Competence in Automation

Nabídka

Číslo/Datum:
243478 / 22.05.2009
Vaše objednávka č./Datum
varianta mitsubishi
Číslo zákazníka
200867
Doba platnosti
21.05.2009 do 21.08.2009

Vyřizuje
Michaela Körberová
Prodejce
Ing. Zdeněk Velfl

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
17. listopadu 15
708 33 Ostrava - Poruba

IČ: 61989100 DIČ: CZ61989100

Dodací adresa:

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ - TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA-Fakulta strojní
Kated. hydromech.a hydraul. zař.338
17. listopadu 15/2172
708 33 Ostrava - Poruba

Vážené dámy a panové!

Děkujeme za Vaši poptávku a nabízíme Vám následující :

Termín dodání: cca 4-5 týdnů od objednání

Pol.	Materiál Množ.	Cena za kus		Hodn.
10	LJ1H10R10SC-900-F-M10-Q elektrický lineární pohon Speciální netto-ceny 1,00 KS	39.218,51	CZK	39.218,51
20	LJ1H20R20SC-1200-F-M10-Q elektrický lineární pohon Speciální netto-ceny 1,00 KS	57.411,13	CZK	57.411,13
30	D-Y7FL snímač polohy Speciální netto-ceny 2,00 KS	762,87	CZK	1.525,74

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudcova 78a, 612 00 Brno
tel: 541 424 611, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic
CZK účt.č.: 46690000/2700
CZK IBAN: CZ362700000000046690000
EUR účt.č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ522700000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK + EUR)

IČ: 62909070, DIČ: CZ62909070
Společnost zapsaná v obchodním rejstříku
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Začíná zisková až do přehledu zaplacení naším
vlastnictvím.

Innovation
Performance
Quality

 **SMC**
Competence in Automation

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
17. listopadu 15
708 22 Ostrava - Poruba

Č.dokl./Datum
242478 / 22.05.2009

Strana
2

Pol.	Materiál Množ.	Cena za kus		Hodn.
40	D-Y7HL snímač polohy Speciální netto-ceny 4,00 KS	596,04	CZK	2.384,16
50	LJ1-T8 T-matice pro LJ1 pohon Speciální netto-ceny 16,00 KS	75,52	CZK	1.208,32
60	LJ1-BXY-J2J1LS X-Y upevňovací díl LJ2 Speciální netto-ceny 1,00 KS	4.507,49	CZK	4.507,49
70	FB00000000HC-MFS13 servomotor, 100W Speciální netto-ceny 2,00 KS	11.210,00	CZK	22.420,00
80	FB0000000MR-J2S-10A servosilovač pro HC-*FS, 50-100W Speciální netto-ceny 2,00 KS	18.500,00	CZK	37.000,00
90	FB0000000MR-FWCNK1 napájecí konektor pro HC-*FS Speciální netto-ceny 2,00 KS	421,00	CZK	842,00
100	FB0000MR-JCCBL2M-L kabel enkodéru pro MR-J2S, 2m Speciální netto-ceny 2,00 KS	842,00	CZK	1.684,00
110	FB0000000000MR-BAT baterie pro MR-J2S Speciální netto-ceny 2,00 KS	1.199,00	CZK	2.398,00
120	FB00000000MR-J2CN1 sada konektorů pro MR-J2 Speciální netto-ceny 2,00 KS	421,00	CZK	842,00
Celková cena bez DPH v CZK				171.441,35

Datum splatnosti: Během 14 dní běže sračky

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudcova 78a, 612 00 Brno
tel: 541 424 611, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic
CZK účt. č.: 46690000/2700
CZK IBAN: CZ3627000000000466900000
EUR účt. č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ622700000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK + EUR)

IČ: 62809070, DIČ: CZ62809070
Společnost zapsaná v obchodním rejstříku
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Závisl zůstává až do svého splacení naším
vlastnictvím.

Innovation
Performance
Quality



VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ -
17. listopadu 15
708 22 Ostrava - Poruba

C.dokl./Datum
242478 / 22.05.2009

Strana
9

Doufáme, že naše nabídka vyhovuje a zaručujeme odpovídající a včasné vyřízení.

Všechny potvrzené dodací termíny jsou platné pouze ke dni vytvoření nabídky.
Meziprodej vyhrazen.

S přátelským pozdravem

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.

***** Pro rychlejší zpracování Vaší objednávky uvádějte, *****
***** prosím, číslo naší nabídky na Vaší objednávce. *****

SMC Industrial Automation CZ s.r.o.
Hudcova 78a, 617 00 Brno
tel: 541 424 611, fax: 541 218 034
e-mail: sales@smc.cz
www.smc.cz

Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic
CZK, účet č.: 466900001/2700
CZK IBAN: CZ362700000000000046690000
EUR účet č.: 46690211/2700
EUR IBAN: CZ622700000000000046690211
Swift Code: BACXZPP (CZK + EUR)

IČ: 62909078, DIČ: CZ62909078
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
Krajského soudu v Brně oddíl C, vložka 34101.
Zboží zůstává až do plnění zaplacení naším
vlastnictvím.

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fakulta strojní
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Vážený zákazníku,

děkujeme za Vaši poptávku/objednávku a dle našich všeobecných obchodních a dodacích podmínek Vám nezávazně nabízíme následující zboží a služby.

Při další korespondenci uvádějte prosím vždy číslo naší nabídky.

Rádi bychom Vás upozornili, že kompletní sortiment našich výrobků včetně 2D a 3D CAD modelů naleznete i na internetové adrese <http://www.festo.cz>.

Se srdečným pozdravem

Vladislav Hebda
CZ-SS

Nabídka
49401385

Datum
15.06.2009

Strana
1 z 3

Vytkvil
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241773384

Platná forma:
Zápis v obchodním rejstříku
veřejně u Městského obchodního
soudu v Praze 28.11.1990
oddíl Cylžka 545

Československá obchodní banka, a.s.
Ústecká 91 2923
kód banky 0500
SWIFT kód CEXXZPP
IBAN: CZ61 0500 0000 0000 0091 2923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
Ústecká 91 2923
kód banky 2700
SWIFT kód BACCZPP
IBAN: CZ62 7000 0000 0000 0156 98002

Deutsche Bank AG, Praha:
Ústecká 91 2923
kód banky 7910
SWIFT kód DEUTCZ33
IBAN: CZ29 7910 0000 0030 5560 0003

Ústecká 91 2923 (převítý účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUTCZ33
IBAN: CZ77 7910 0000 0030 5560 0206

Festo, s. r. o.

Modřanská 543/76
14700 Praha 4
DIČ VAT CZ00564737
IČO 00564737

Tel.: +420 2 61099611
Fax: +420 2 41773384
E-mail: info_cz@festo.com
Internet: <http://www.festo.cz>

... 2

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fakulta strojní
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Číslo zákazníka: 51001022

Nabídka komponentů pro sestavení 2D manipulátoru Linear gantry. Součástí cenové nabídky jsou komponenty dle kusovníku. Blížeší specifikace manipulátoru je dána přílohou která je nedílnou součástí této nabídky.

Nabídka
49401385

Datum
15.06.2009

Označení	Číslo zboží	Jednotková cena	Množství	Celková cena
		CZK		CZK
Police 0010				
092339.01.A.01	11918800	99.500,00	1	99.500,00
1 PC 534391 Osa s ozub.řem. DGE-25-1200-ZR-RF-LK-RH-GK				
1 PC 195611 Letmá osa DGEA-18-900-ZR-WH				
1 PC 549420 Krokový motor EMMS-ST-87-M-S				
1 PC 549422 Krokový motor EMMS-ST-87-M-SB				
2 PC 550744 kabel k motoru NEBM-S1G15-E-5-LE6				
2 PC 550748 kabel enkodéru NEBM-M12G8-E-5-S1G9				
2 PC 547454 Ovladač motoru CMMS-ST-C8-7				
1 PC 550958 osová sada EAMM-A-F28-87A				
1 PC 550946 osová sada EAMM-A-F37-87A				
2 PC 552254 řídící vedení NEBC-S1G25-K-2-5N-LE26				
1 PC 525868 Upevňovací sada DGEA-18-SIE-M8				
1 PC 525865 Sada tl. nárazu DGEA-18-YSR				
4 PC 150391 Přibl. čidlo SIEN-M8B-PO-S-L				
4 PC 159423 zásuv. s kabelem SIM-M8-3WD-5-PU				
1 PC 540780 Upevň. úhelník HWS-25-MAB-M8				
1 PC 540430 Spín. praporek SF-25-MAB				
8 PC 150736 Mezipodpora MUP-18/25				
4 PC 539362 Spojovací deska HMVO-RF25				
1 PC 539366 Instalační sada HMIO-AP-1				

Strana

2 z 3

Vytavil
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241-773384

Převzetí formou:
Zápis v obchodním rejstříku
vedeném u Městského obchodního
soudu v Praze 28.11.1990
oddíl C, vložka 545

Československá obchodní banka, a.s. Praha
Číslo účtu 912923
kód banky 0500
SWIFT kód CECOCZPP
IBAN: CZ61 0500 0000 0000 0091 2923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
ÚČ 1015698002
kód banky 2700
SWIFT kód BACX CZPP
IBAN: CZ62 1000 0000 0000 1015 6980 02

Deutsche Bank AG, Praha:
ÚČ 1053600003 (devizový účet)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ29 7910 0000 0030 5560 0003

ÚČ 1053600206 (devizový účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ77 7910 0000 0030 5560 0206

... 3

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fakulta strojní
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Označení	Číslo zboží	Jednotková cena	Množství	Celková cena
2 PC 539972 Základní sada HMVM-LP-DL25/40		CZK		CZK
1 PC 539378 profil podpěry HMA-E05-				
1 PC 539368 Adaptační sada HMVS-DL25				
1 PC 539374 Základní sada HMOV-3				
1 PC 539370 Instalační sada HMIZF-E03-DA18				
2 PC 550744 kabel k motoru NEBM-S1G15-E-5-LE6				
1 PC 539362 Spojovací deska HMOV-RF25				
Č. projektu: CZ SY.092339.01.A.01				
Celkem netto cena				CZK 99.500,00
dodací lhůta:	4-5 týdnů			
Způsob odeslání:	Přepravní služba			
Splatnost faktury:	30 dní			
Dodací podmínky:	Incoterms 2000 / CPT / místo určení			
Platnost do:				
<p>Meziprodej vyhrazen.</p> <p>Cena se rozumí bez DPH.</p> <p>Plnění se uskutečňuje v souladu se všeobecnými obchodními podmínkami společnosti FESTO, s.r.o. Tyto všeobecné obchodní podmínky jsou k dispozici na Internetu (http://www.festo.cz) nebo je na požádání zašleme (poštou, e-mailem, faxem).</p> <p>Zákazník prohlašuje, že se s těmito všeobecnými obchodními podmínkami společnosti FESTO, s.r.o. seznámil a že s nimi souhlasí.</p> <p>V případě souhlasu potvrďte prosím tuto nabídku podpisem oprávněné osoby s uvedením data. Děkujeme.</p> <p>Upozorňujeme, že požadavá množství u některých položek jsou zaokrouhlena dle standardního množství v balení.</p>				
<p>Marie Vlasáková vedoucí zákaznického centra</p> <p>_____ Datum</p> <p>_____ Podpis</p>				

Nabídka
49401385

Datum:
15.06.2009

3.3

Vyzavil:
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241-773384

Přávek formát:
Zápis v obchodním rejstříku
vedeném u Městského obchodního
soudu v Praze 29.11.1990
náleží Cytosolka 545

Čisto slovenska običajna banka, as Ptaka
Zlato gŕu 93 2923
kod banke 0700
SWIFT kod CEKOZP0
IBAN CZ66 0700 0000 0000 0093 2923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
ČÚ 5015698002
kód banky 2700
SWIFT kód BACXZPP
IBAN CZ6227000000000501569800

Deutsche Bank AG, Platen
 20 355 360000 3000000000
 kod banky 7210
 SWIFT kod DEUT3333
 IBAN: CZ29 7210 0000 0000 0000 0000

IBAN: CZ27 7910 0000 0010 1960 0001
 SWIFT: BASKDE33
 kda banky 7910

FESTOPříloha k nabídce č.:
49401385Datum:
15. června 2009Číslo projektu:
CZ_SY.092339Naše značka
CZ0HEBtelefon
261099638e-mail
hebda@festo.comstrana
1/2Zápis v obchodním rejstříku vedeném u
Městského obchodního soudu v Praze
28.11.1990 oddíl C, vložka 545.Bankovní spojení
ČSOB Praha 1
I. č. 912923/0300

Festo s.r.o.

Modřanská 543/76
147 00 Praha 4
IČO 00564737

DIČ CZ00564737

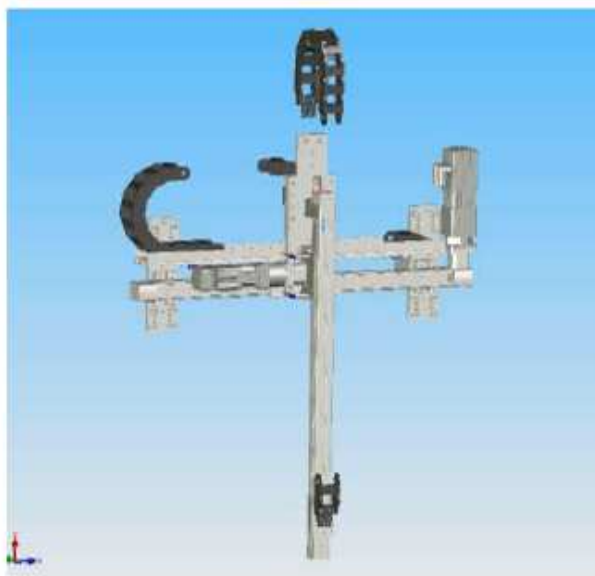
e-mail
info_cz@festo.com
internet www.festo.cz

Příloha k nabídce č. 49401385 k projektu CZ_SY.092339

Naše nabídka zahrnuje samostatné komponenty pro montáž manipulátoru dle výkresové dokumentace, která je součástí této přílohy.

Hlavní charakteristiky nabízeného manipulátoru:

- Kompletnost:** Manipulátor obsahuje nejen pohony a spojovací díly, ale též všechna potřebná čidla, kabely atd.
- Spolehlivost:** Zárukou spolehlivosti jsou ověřená konstrukce, výstupní kontrola všech funkcí ve výrobě, použití kvalitních komponentů a zkušeností našich inženýrů.
- Snadná instalace:** Díky úplné dokumentaci včetně 3D modelů a zástavbových rozměrů a použití standardních katalogových dílů.



FESTO

Technické údaje:

Y-osa	pracovní zdvih	1200 mm
	pracovní poloha	horizontální
	počet poloh	libovolný
	opakovatelná přesnost	± 0.08 mm
	pohon	DGE-25-1200-ZR-RF-LK-RH-GK
	motor	EMMS-ST-87-M-S
	převodovka	-
	ovladač	CMMS-ST-C8-7
	komunikace	CAN, I/O, seriová linka
	dynamika	$v_{max} = 0.8$ m/s
		$a_{max} = 2.0$ m/s ²

Z-osa	pracovní zdvih	900 mm
	pracovní poloha	vertikální
	počet poloh	libovolný
	opakovatelná přesnost	± 0.05 mm
	pohon	DGEA-18-900-ZR
	motor	EMMS-ST-87-M-SB
	převodovka	-
	ovladač	CMMS-ST-C8-7
	komunikace	CAN, I/O, seriová linka
	dynamika	$v_{max} = 0.5$ m/s
		$a_{max} = 0.8$ m/s ²

Zátěž	hmotnost	400 g
-------	----------	-------

Součástí cenové nabídky není montáž oživení a naprogramování manipulátoru. Model manipulátoru nemá Vámi požadované zdvihy v jednotlivých osách. V případě realizace bude model samozřejmě odpovídat dodávce. Součástí cenové nabídky nejsou dále energetické řetězy (dodává firma Igus)

S pozdravem

Ing. Vladislav Hebda



Příloha k nabídce č.:

49401385

Datum:

15. června 2009

Číslo projektu:

CZ_SY.092339

Naše značka

CZOHEB

telefon

261099638

e-mail

hebda@festo.com

strana

2/2

Zápis v obchodním rejstříku vedeném u
Městského obchodního soudu v Praze
28.11.1990 oddíl C, vložka 545.

Bankovní spojení:
ČSOB Praha 1
č. úč. 912923/0300

Festo s.r.o.

Modřanská 543/76
147 00 Praha 4
IČO 00564737

DIČ CZ00564737

e-mail

info.cz@festo.com

internet www.festo.cz

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fak. strojní - kat. robototechniky
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Vážený zákazníku,

děkujeme za Vaši poptávku/objednávku a dle našich všeobecných obchodních a dodacích podmínek Vám nezávazně nabízíme následující zboží a služby.

Při další korespondenci uvádějte prosím vždy číslo naší nabídky.

Rádi bychom Vás upozornili, že kompletní sortiment našich výrobků včetně 2D a 3D CAD modelů naleznete i na internetové adrese <http://www.festo.cz>.

Se srdečným pozdravem

Vladislav Hebda
CZ-SS

Nabídka
49454997

Datum
19.08.2009

Strana
1 z 3

Vypravil
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241773384

Právní informace:
Zápis v obchodním rejstříku
vedeném u Městského obchodního
soudu v Praze 28.11.1990
oddíl C, vložka 545

Československá obchodní banka, a.s. Praha
Festo úřtu 912923
kód banky 0300
SWIFT kód CECZCZPP
IBAN: CZ28 0300 0000 0000 0091 2923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
ÚČ 5015698002
kód banky 2700
SWIFT kód BACX CZPP
IBAN: CZ65 2700 0000 0000 5015 6980 02

Deutsche Bank AG, Praha:
ÚČ 3053600003 (devizový účet)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ29 7910 0000 0030 5360 0003

ÚČ 3053600006 (devizový účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ77 7910 0000 0030 5360 0006

Festo, s. r. o.

Modřanská 543/76
14700 Praha 4
DIČ/VAT CZ00564737
IČO 00564737

Tel.: +420 2 61099611
Fax: +420 2 41773384
E-mail: info_cz@festo.com
Internet: <http://www.festo.cz>

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fak. strojní - kat. robototechniky
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Číslo zakazníka: 51001022

Nabídka komponentů pro sestavení 2D manipulátoru Linear gantry. Součástí cenové nabídky jsou komponenty dle kusovníku. Bližší specifikace manipulátoru je dána přílohou která je nedílnou součástí této nabídky. Cenová nabídka je speciální a platná pouze pro VŠB TU Ostrava.

Nabídka
49454997

Datum
19.08.2009

Strana

2 z 3

Vytavil
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241-773384

Příloha
Zápis v obchodním rejstříku
vedeném u Městského obchodního
soudu v Praze 28.11.1990
oddíl C, vložka 545

Československá obchodní banka, a.s. Praha
Číslo účtu 912923
kód banky 0300
SWIFT kód CEKOCZPP
IBAN: CZ66 0300 0000 0000 0091 2923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
EU 5015698002
kód banky 2700
SWIFT kód BACX CZPP
IBAN: CZ65 2700 0000 0000 5015 698002

Deutsche Bank AG, Praha:
EU 5053600006 (službový účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ29 7910 0000 0030 5360 0003

EU 5053600006 (službový účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ77 7910 0000 0030 5360 0006

Označení	Číslo zboží	Jednotková cena	Množství	Celková cena
		CZK		CZK
Police 0010 VERZE OPTIMAL 092339.01A .01	11918800	120.000,00	1	120.000,00
1 PC 534391 Osa s ozub.řem. DGE-25-900-ZR-RF-LK-RH-GK				
1 PC 195612 Letmá osa DGEA-25-1200-ZR-WH				
1 PC 549421 Krokový motor EMMS-ST-87-M-SE				
1 PC 549423 Krokový motor EMMS-ST-87-M-SEB				
2 PC 550747 kabel k motoru NEBM-S1G15-E- -LE6				
2 PC 547454 Ovladač motoru CMMS-ST-C8-7				
1 PC 550946 osová sada EAMM-A-F37-87A				
4 PC 150391 Příb. čidlo SIEN-M8B-PO-S-L				
4 PC 541341 spojov. vedení NEBU-M8W3-K-5-LE3				
2 PC 540780 Upevň. úhelník HWS-25-MAB-M8				
1 PC 540430 Spín. praporek SF-25-MAB				
8 PC 150736 Mezipodpora MUP-18/25				
4 PC 539362 Spojovací deska HMVO-RF25				
1 PC 539366 Instalační sada HMIO-AP-1				
2 PC 539972 Základní sada HMVM-LP-DL25/40				
1 PC 539378 profil podpěry HMIA-E05- -				
1 PC 539368 Adaptační sada HMVS-DL25				
1 PC 525866 Sada tl. nárazu DGEA-25-YSR				

... 3

Vysoká škola báňská - Technická
univerzita Ostrava
Fak. strojní - kat. robototechniky
17. listopadu 15
70800 OSTRAVA - PORUBA
Česká republika

FESTO

DIČ: CZ61989100 IČO: 61989100

Označení	Číslo zboží	Jednotková cena	Množství	Celková cena
		CZK		CZK
1 PC 525869 Upevňovací sada DGEA-25-SIE-M8				
1 PC 539936 Upevňovací sada DGEA-25-G...-SIE-M8				
2 PC 550751 kabel enkodéru NEBM-M12G8-E- -S1G9				
1 PC 539375 Základní sada HMOVZ-4				
1 PC 539371 Instalační sada HMIZF-E03-DA25				
1 PC 550960 osová sada EAMM-A-F32-87A				
Č. projektu: CZ SY.092339.01A.01				
Celkem netto cena			CZK	120.000,00
dodací lhůta:		4-5 týdnů		
Způsob odeslání:		Přepravní služba		
Splatnost faktury:		30 dní		
Dodací podmínky:		Incoterms 2000 / CPT / místo určení		
Platnost do:				
Meziprodejní výhrazen.				
Cena se rozumí bez DPH.				
Plnění se uskuteční v souladu se všeobecnými obchodními podmínkami společnosti FESTO, s.r.o. Tyto všeobecné obchodní podmínky jsou k dispozici na Internetu (http://www.festo.cz) nebo je na požádání zašleme (poštou, e-mailem, faxem).				
Zákazník prohlašuje, že se s těmito všeobecnými obchodními podmínkami společnosti FESTO, s.r.o. seznámil a že s nimi souhlasí.				
V případě souhlasu potvrďte prosím tuto nabídku podpisem oprávněné osoby s uvedením data. Děkujeme.				
Upozorňujeme, že poptávané množství u některých položek jsou zaokrouhlena dle standardního množství v balení.				
Marie Vlasáková vedoucí zákaznického centra				
Datum		Podpis		

Nabídka
49454997

Datum
19.08.2009

Strana
3 z 3

Vyřadil:
Vladislav Hebda
Tel.: 261099611
Fax: 241-773384

Převzatí formou
Zápis v obchodním rejstříku
veřejně u Městského obchodního
soudu v Praze 28.11.1990
oddíl C, vložka 545

Československá obchodní banka, a.s. Praha
Účto číslo 913923
kód banky 0300
SWIFT kód CECOCZPP
IBAN: CZ61 0300 0000 0000 0091 3923

UniCredit Bank Czech Republic, a.s.
Účto číslo 5015698002
kód banky 2700
SWIFT kód BACX CZPP
IBAN: CZ62 7000 0000 0015 6980 02

Deutsche Bank AG, Praha:
Účto číslo 3053600030 (kód bankovní účtu)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ29 7910 0000 0030 5360 0003

Účto číslo 3053600030 (devizový účet EUR)
kód banky 7910
SWIFT kód DEUT CZ33
IBAN: CZ77 7910 0000 0030 5360 0206

FESTO

Příloha k nabídce č.:
49454997

Datum:
19. srpna 2009

Příloha k nabídce č. 49454997 k projektu CZ_SY.092339

Naše nabídka zahrnuje samostatné komponenty pro montáž manipulátoru dle výkresové dokumentace, která je součástí této přílohy.

Číslo projektu:
CZ_SY.092339

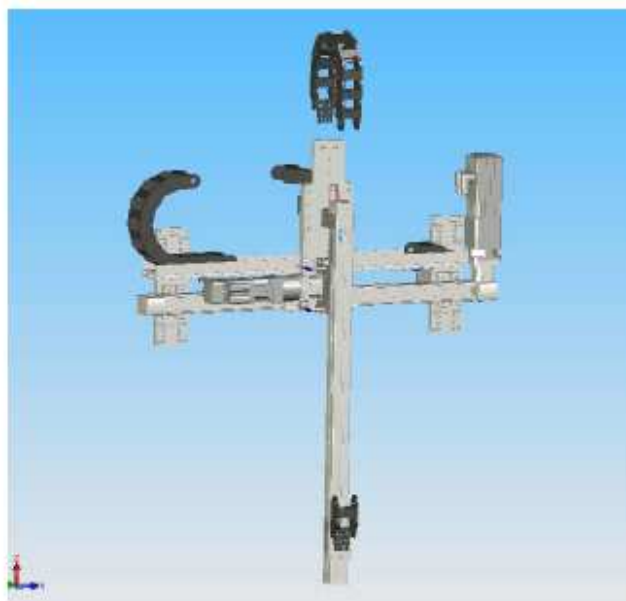
Hlavní charakteristiky nabízeného manipulátoru:

- | | |
|--------------------------|--|
| Kompletnost: | Manipulátor obsahuje nejen pohony a spojovací díly, ale též všechna potřebná čidla, kabely atd. |
| Spolehlivost: | Zárukou spolehlivosti jsou ověřená konstrukce, výstupní kontrola všech funkcí ve výrobě, použití kvalitních komponentů a zkušeností našich inženýrů. |
| Snadná instalace: | Díky úplné dokumentaci včetně 3D modelů a zástavbových rozměrů a použití standardních katalogových dílů. |

Naše značka
CZ0HEB
telefon
261099638

e-mail
hebda@festo.com

strana
1/2



Zápis v obchodním rejstříku vedeném u
Městského obchodního soudu v Praze
28.11.1990 oddíl C, vložka 545.

Bankovní spojení:
ČSOB Praha 1
č. úč. 912923/0300

Festo s.r.o.

Modřanská 543/76
147 00 Praha 4
IČO 00564737
DIČ CZ00564737

e-mail
info_cz@festo.com
internet www.festo.cz

FESTO**Technické údaje:**

Y-osa	pracovní zdvih	900 mm
	pracovní poloha	horizontální
	počet poloh	libovolný
	opakovatelná přesnost	+/-0.08 mm
	pohon	DGE-25-900-ZR-RF-LK-RH-GK
	motor	EMMS-ST-87-M-SE
	převodovka	-
	ovladač	CMMS-ST-C8-7
	kommunikace	CAN, I/O, seriová linka
	dynamika	$v_{max} = 0.8 \text{ m/s}$ $a_{max} = 2.0 \text{ m/s}^2$

Z-osa	pracovní zdvih	1200 mm
	pracovní poloha	vertikální
	počet poloh	libovolný
	opakovatelná přesnost	+/-0.05 mm
	pohon	DGEA-18-1200-ZR
	motor	EMMS-ST-87-M-SEB
	převodovka	-
	ovladač	CMMS-ST-C8-7
	kommunikace	CAN, I/O, seriová linka
dynamika		$v_{max} = 0.5 \text{ m/s}$ $a_{max} = 0.8 \text{ m/s}^2$

Zátěž	
hmotnost	400 g

Součástí cenové nabídky není montáž oživení a naprogramování manipulátoru. Model manipulátoru nemá Vámi požadované zdvihy v jednotlivých osách. V případě realizace bude model samozřejmě odpovídat dodávce. Součástí cenové nabídky nejsou dále energetické řetězy (dodává firma Igus)

S pozdravem

Ing. Vladislav Hebda


Příloha k nabídce č.:
49454997Datum:
19. srpna 2009Číslo projektu:
CZ_SY.092339Naše značka
CZOHEBtelefon
261099638e-mail
hebda@festo.comstrana
2/2Zápis v obchodním rejstříku vedeném u
Městského obchodního soudu v Praze
28.11.1990 oddíl C, vložka 545.Bankovní spojení:
ČSOB Praha 1
č. úč. 912923/0300

Festo s.r.o.

Modřanská 543/76
147 00 Praha 4
IČO 00564737

DIČ CZ00564737

e-mail
info_cz@festo.com
internet www.festo.cz

HaberKorn Ulmer s.r.o.

Generála Vladimíra 305
747 62 Mokrý Lázec
Česká republikaTel.: +420 553 757 111
Fax: +420 553 757 101
info@haberkorn.cz
www.haberkorn.czBezplatný kontakt pro
slovenských zákazníkov:Tel.: 0800 042 204
Fax: 0800 042 205
info@haberkorn.sk
www.haberkorn.sk**HABERKORN
ULMER**

ID: 61947024

DIČ: CZ61947024

ČR (účet CZK): ČSOB Opava a.s. – 101910709/0300

SK (účet EUR): ČSOB Čadca a.s. – 4001498945/7500

Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném
Krajským soudem v Ostravě, oddíl C, vložka 12945.**NABÍDKA č. INZA-754-2009**

Strana 1/1

Na objednavce uvádějte prosím, vždy číslo naší nabídky.

FIRMA :	VŠB – Technická univerzita
K RUKÁM :	p. Daniel Gajdoš
TEL, FAX :	+420 605 250 187, daniel.gajdos@email.cz
DATUM :	5. listopadu 2009
ZPRACOVAL :	Libor GINTAR – HABERKORN ULMER s.r.o., oddělení konstrukce
POČET STRAN :	2+1

Vážený pane Gajdoši,

děkujeme Vám za Váš zájem o stavebnicový systém **item** a nabízíme Vám dodávku stojanu. Nabídka byla zpracována dle Vašich podkladů.

Technický popis – obsah nabídky:

- kostra: profily 8 80x40 L a 80x80 L, rozměry krytu viz obrázek,
- podstava: čtyři otočná kola D75 s brzdou,
- maximální zatížení stojanu je 50kg,
- volné konce profilů jsou vybaveny plastovými krytkami,
- kompletní sada spojovacích prvků + deset kusů drážkových matic se závitem M8,
- předmontáž (řezání, vrtání, řezání závitů),
- celková montáž ve firmě Haberkorn Ulmer s.r.o..

Cena nabídky 1 ks stojanu:

16 980,- CZK

K cenám účtujeme 19% DPH. Součástí ceny není doprava a balné.

Termín expedice: 2 - 3 týdny po obdržení závazné objednávky.

Platnost nabídky: 1 měsíc.

Ceny a termín expedice jsou platné pro uvedená množství, opracování a navržené technické řešení.

V případě objednávky uveďte prosím, kolik kusů objednávejte.

Doufáme, že nabídka odpovídá Vaší představě a těšíme se na další spolupráci.

Budete-li potřebovat další informace, obraťte se prosím na našeho technického poradce.

S přátelským pozdravem

Libor GINTAR

Technický poradce:
Vladan ZAORALE-mail:
vladan.zaoral@haberkorn.czTel.:
605 233 602Fax:
553 757 120